Lith. 435 h

Walchner

C

Lith. 435 h

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE

zum Gebrauche

BEI SEINEN VORLESUNGEN

und zum

SELBSTSTUDIUM

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden

entworfen von

Dr. Friedr. Aug. Walchner,

Grossherzoglichem Bergrathe, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Mit Steindrucktafeln und Holzschnitten.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Erste Lieferung.

Karlsruhe,

Druck und Verlag von Christian Theodor Groos.

1846.

6-B.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Geognosie.

Begriffsbestimmungen. Eintheilung der Geognosie.

§. 1.

Geognosie ist derjenige Theil der Mineralogie, welcher die Darstellung der gegenseitigen Verhältnisse der einzelnen Mineralien, die Verbindung der Mineralindividuen, zum Gegenstande hat, die Beschaffenheit der Gesteine kennen lehrt, ihre Structur- und Lagerungsverhältnisse erforscht, sich mit der Form, Structur und Lagerung der Gebirgsmassen beschäftiget, uns mit den organischen Resten bekannt macht, welche darin eingeschlossen sind, die Verhältnisse der Bildung der Erdrinde und die Veränderungen schildert, welche sie schon erlitten hat nnd fortwährend noch erleidet.

Die Geognosie ist eine junge Wissenschaft. Ihr Schöpfer ist Abraham Gottlob Werner, zu Wehrau in der Lausitz im Jahr 1750 geboren, gewesener berühmter Professor der Mineralogie an der Bergakademie zu Freiberg. Was man vor ihm *Geologie* nannte, eine Scienz, die aus einer Sammlung gewagter Hypothesen über die Entstehung der Erde bestand, das hat Werner in eine, auf Thatsachen gegründete, positive Wissenschaft umgeschaffen, welcher er zur Unterscheidung von jenem Hypothesen-Gewebe, den Namen *Geognosie* gab. Dreissig Jahre hindurch lehrte er *seine* Wissenschaft zahlreichen Schülern, die sich aus allen Ländern um den grossen Meister versammelten. Sein Einfluss war auf die Schüler und auf die Wissenschaft gleich gross, gleich ausgezeichnet. Während er jene enthusiasmirte, gab er dieser den Impuls, durch welchen sie unaufhaltsam, sicher und rasch, wie keine andere, voranschritt. Werner starb zu Dresden am 30. Juni 1817.

Das Wort *Geognosie* ist aus den griechischen Worten γῆ, Erde, und γνῶσις, Kenntniss, zusammengesetzt und heisst somit Erdkenntniss. Dies bezieht sich indessen nur auf die *feste Masse der Erde*, welche aus den Individuen des Mineralreiches zusammengesetzt ist.

[library stamp]

Statt des Wortes *Geognosie* gebraucht man jetzt auch häufig das seiner Ableitung nach davon wenig verschiedene Wort *Geologie* (λόγος, Lehre), womit man den Begriff der Nachweisung der Entstehung der Erdmasse zu verbinden pflegt.

Von der Kenntniss des materiellen Zustandes der Erde wird der menschliche Geist, dem das edle Streben nach Erforschung des Ursprungs und des Endes aller Dinge verliehen ist, mit unabweisbarer Gewalt zu Untersuchungen über die Entstehung der Erde und über die Ursachen der nachweisbaren Veränderungen ihrer Oberfläche geführt. Die Naturwissenschaften, Physik, Chemie, Mineralogie, Botanik, Zoologie, vergleichende Anatomie, haben in neuerer Zeit ausserordentliche, und zum Theil riesenhafte Fortschritte gemacht. Mit ihrer Hilfe ist jetzt, was den Vorfahren noch ein verschlossenes Buch war, als Urkunden der Natur vor uns aufgeschlagen, die wir lesen können und worin wir die Beweisstellen für die Entwickelungsgeschichte der Erde finden.

Die Geologie steht jetzt auf dem Gebiete der Thatsachen und bietet mit der Geognosie verbunden, dasjenige, was man von unserer Wissenschaft verlangt. Beide fassen vereinigt die einzelnen Naturwissenschaften zu einem grossen Ganzen zusammen und gestalten aus den ihr dienenden Theilen *ein Bild*, worin wir die Unermesslichkeit der Schöpfung vorgeführt und die Naturgeschichte in ihrer höchsten Blüthe erblicken.

Durch unsere Wissenschaft werden uns die Naturprodukte der drei Reiche in ihrer stufenweisen Entstehung und Ausbildung vorgestellt, wie sie in den verschiedenen Zeitabschnitten der Bildung des Erdkörpers auftreten. Die vereinigten Theile *einer* Wissenschaft, Geognosie und Geologie, führen uns die in den Erdschichten begrabenen Körper von Pflanzen und Thieren als *Denkmäler* einer grossen Reihe nach einander erfolgter Veränderungen und Umwandlungen vor Augen und weisen nach, wie auf eine Reihe untergegangener Geschöpfe, stets wieder eine andere von höherer Ausbildung folgte. Sie gehen noch weiter, sie versuchen es, Untersuchungen über den Ursprung unserer Erde anzustellen und nachzuforschen, wie derselbe mit der Entstehung des Weltgebäudes zusammenhängt. Dadurch stellen sie sich die anziehendsten, aber auch die schwierigsten Aufgaben über die dunkeln Verhältnisse der Schöpfung.

Auf die Auseinandersetzung der Entwickelungsgeschichte des Pflanzen- und Thierreiches, die sie als im Schoss der Erde verzeichnet nachweist, und durch die wir eine so interessante Kunde von dem früheren Zustand des Erdballs erhalten, lässt unsere Wissenschaft die Nachweisung der *ersten Erscheinung des Menschen* folgen. Sie zeigt, wie diese in der Zeit der *letzten* allgemeinen Veränderung der irdischen Natur fällt, und wie die Erde *viele Jahrtausende vor* der Schöpfung des Menschen, eine Reihe ganz allgemeiner, mächtig in den Entwickelungsgang alles Organischen eingreifender Veränderungen erlitten hat. Dabei erscheint

uns die Menschengeschichte als eine natürliche Fortsetzung der Vollendung der grossen allgemeinen Geschichte alles geschaffenen Lebens. Wir lernen dabei einsehen, wie die Entwickelung der irdischen Natur und ihrer Geschöpfe, der Entwickelung des zur *Geistigkeit* gelangten Menschen vorausgegangen ist und so gelangen wir zur schönen Erkenntniss, wie der Mensch das *Schlussglied* der ganzen Reihe geschaffener Wesen macht.

§. 2.

Einfache und gemengte Mineralien, welche grosse Massen der Erdrinde bilden, mit constanteren Beschaffenheiten auftreten, und bei denen sich allgemeine Gesetze der Verbreitung nachweisen lassen, heissen *Gesteine* oder *Gebirgsarten*. Die grösseren Massen, welche durch die Gesteine gebildet werden, heissen *Gebirgsmassen*.

§. 3.

Die Lehre von den Gesteinen macht einen wesentlichen Theil der Geognosie aus. Die Kenntniss derselben wird bei der Betrachtung der Gebirgsmassen vorausgesetzt. Man kann daher auf eine für das Studium zweckmässige Weise die Geognosie eintheilen in

A. Gesteinslehre, Petrographie, welche sich mit der Beschaffenheit der Gesteine beschäftigt, und

B. Gebirgsmassenlehre, Orographie, welche die Untersuchung der Form, Structur und Lagerung der Gebirgsmassen zum Gegenstande hat.

A. Gesteinslehre.

Allgemeine Eigenschaften der Gesteine.

§. 4.

Die Gesteine sind entweder *einfache, gleichartige*, d. i. solche, bei welchen weder mit dem bewaffneten Auge, noch durch Anwendung mechanischer und chemischer Trennungsmittel verschiedenartige Mineralien unterschieden werden können, oder *zusammengesetzte*, *gemengte, ungleichartige*, bei welchen mit dem Auge verschiedenartige Mineralien erkannt, und durch mechanische oder chemische Mittel abgeschieden werden können.

Zusammensetzung der Gesteine.

§. 5.

Es sind nur wenige Mineralien, welche theils für sich, theils mit einander verbunden, als Gesteine auftreten. Quarz, Feldspathe, Glimmer, Chlorit, Talk, Hornblende, Augit, Zeolithe, Serpentin, Thon, Kalk, Dolomit, Gyps, Anhydrit und Steinsalz treten am häufigsten auf, sind die verbreitetsten und diejenigen, welche die grössten Massen bilden. Leucit, Turmalin, Granat, Chrysolith, Pechstein, Perlstein, Obsidian, Bimsstein, Magneteisenstein, Eisenglanz, Schwefelkies, Binärkies, Schwarzkohle, Braunkohle, erscheinen seltener, und einige nur in sehr geringer Quantität.

§. 6.

So rein wie das einzelne *Mineralindividuum*, erscheinen die einfachen *Gesteine* niemals, und nur einige der genannten Gattungen bilden einfache Gesteine, namentlich Quarz, Feldspath, Chlorit, Thonstein, Thon, Talk, Kalk, Hornblende, Augit, Gyps, Anhydrit, Steinsalz.

§. 7.

Die meisten Gesteine bestehen aus zwei oder mehreren einfachen Mineralien, und diese heissen die *Gemengtheile* des Gesteins. Die Quantität der einzelnen Gemengtheile ist sehr verschieden. Selten ist sie gleich gross. Gewöhnlich übertrifft ein Gemengtheil den anderen, oder die anderen an Menge. Man nennt diesen den *vorwaltenden* Gemengtheil. Sehr oft sind die Charactere des Gesteins von dem vorwaltenden Gemengtheil abhängig. In vielen Fällen ist dieses indessen nicht so, und das Gestein verdankt seine Eigenschaften einem Gemengtheile, der in geringerer Menge vorhanden ist. Der Gemengtheil, welcher den grössten Einfluss auf die Beschaffenheit des Gesteins ausübt, heisst der *characterisirende.* Das Verhältniss zwischen den Gemengtheilen eines zusammengesetzten Gesteins ist veränderlich. Einer oder der andere Gemengtheil vermehrt sich zuweilen auf Kosten eines dritten. Die Verbindung der einzelnen Gemengtheile unter einander ist mehr und weniger innig. Innig gemengte Gesteine haben oft das Ansehen einfacher.

Structur der Gesteine.

§. 8.

Die Theile eines Gesteines sind häufig so mit einander verbunden, dass keiner als den anderen umschliessend betrachtet werden kann. Sie sind mit einander gleichförmig verwachsen, und dadurch entsteht: die *körnige* Structur, wenn die Theile von ziemlich gleichen Dimensionen, wenn sie Körner sind, und nach allen Seiten in gleicher Berührung stehen; oder die *schiefrige* Structur, wenn bei den Theilen die Dimensionen der Länge und Breite vorherrschen, wenn sie Blättchen sind und die Berührung vorzüglich nach *einer* Dimension Statt findet.

Die *körnige* und die *schiefrige* Structur erscheint sowohl bei einfachen als bei zusammengesetzten Gesteinen. Die *körnigen* Gesteine werden nach der Grösse des Korns abgetheilt in:

a) *grosskörnige*, die Grösse der Theile beträgt 1 Zoll und darüber;

b) *grobkörnige*, die Grösse der Theile beträgt 1 Zoll bis $^1/_4$ Zoll;

a) *kleinkörnige*, die Grösse der Theile ist unter $^1/_4$ Zoll bis 1 Linie;

d) *feinkörnige*, die Grösse der Theile ist unter 1 Linie.

Bei den *schiefrigen* Gesteinen unterscheidet man *vollkommen* und *unvollkommen schiefrig*, wofür der Thonschiefer und der Schieferthon Beispiele geben; ferner *dick-* und *dünnschiefrig*, *gerade-* und *krummschiefrig*. Die krummschiefrige Structur zeigt selbst wieder mehrere Verschiedenheiten. Sie ist nämlich gebogen- schiefrig oder *schalig*, wellenförmig-, geknickt gebogen-, knotig-, geschlossen- oder verworren schiefrig, wofür der Thonschiefer, der Glimmerschiefer, der Gneis, Beispiele liefern.

§. 9.

Dicht nennt man solche Gesteine, bei welchen die einzelnen Theile der Masse, diese mag eine einfache oder eine gemengte seyn, verschwindend klein, oder von einer Grösse, bei der sie mit blossen Augen nicht mehr zu erkennen und dabei innig mit einander zu einem Ganzen verbunden sind, so dass nicht angegeben werden kann, welche Art von Verbindung statt findet. Das Ganze sieht wie zusammengeschmolzen aus.

Vom körnigen Kalkstein, bei welchem die einzelnen Theile unterscheidbar und von einer bestimmten Grösse sind, gelangt man durch eine Reihe von Abänderungen, bei welchen die Zusammensetzungsstücke immer kleiner sind, bis man sie endlich mit blossen Augen nicht mehr erkennt, zu den *dichten* Kalk-

stein. Nirgends erscheint in einer solchen Reihe eine Unterbrechung in den Abstufungen der Grössen der Theile.

§. 10.

Besteht ein Gestein aus einer einfachen oder gemengten dichten Grundmasse, in welcher krystallinische Theile, oder Krystalle von Mineralien eingeschlossen liegen, die Theile von der Grundmasse oder von ihr verschieden sind, so heisst die Structur desselben *Porphyr-Structur*, und man nennt dasselbe einen *Porphyr*. Die Porphyr-Structur erscheint am vollkommensten bei solchen Gesteinen, die eine einfache oder eine innig gemengte dichte Grundmasse besitzen. Je mehr sich die Grundmasse eines solchen Gesteines vom Dichten entfernt, um so unvollkommener erscheint die Porphyr-Structur. Man nennt die unvollkommene Porphyr-Structur, *porphyrartige*. Der Granit, der Syenit und viele andere Gesteine zeigen sie.

§. 11.

Hat ein Gestein eine Grundmasse, in welcher sich Höhlungen befinden, die zum Theil oder ganz mit Mineralien ausgefüllt sind, welche von der Natur der Grundmasse abweichen, so nennt man diese Structur die *Mandelstein-Structur*. Die eingeschlossenen Mineralien haben gewöhnlich eine mandelförmige Gestalt; daher der Name. Oft aber sind sie auch sphäroidisch, ellipsoidisch oder unbestimmt krummflächig begrenzt Sie bestehen bald nur aus einem Minerale, bald sind sie aus verschiedenartigen Mineralien zusammengesetzt, die in Lagen übereinander und parallel der Begrenzungsfläche liegen. Die äusserste, der Grundmasse nächste Lage besteht öfters aus Grünerde. Kalk, verschiedene Abänderungen von Quarz, Zeolithe, erscheinen am häufigsten als Einschlüsse.

§. 12.

Sind die Theile eines Gesteins von runder oder eckiger Form und durch ein Zwischenmittel verbunden, durch dieses mit einander in fester Berührung, so dass es sich zu jenen als Verkittungsmittel verhält; so nennt man diese Art von Structur die *Conglutinat-Structur*, und die Gesteine, welche diese besitzen, *Conglutinate*. Je nach der Form und Beschaffenheit der verkitteten Theile und des Verkittungsmittels, unterscheidet man bei den Conglutinaten, *Sandsteine*, *Conglomerate* oder Puddingsteine und *Breccien*. Die Sandsteine schliessen blos Quarzkörner ein,

Conglomerate und Breccien aber verschiedenartige Bruchstücke. Diese sind bei jenen stumpfkantig oder abgerundet; bei diesen scharfkantig oder eckig.

§. 13.

Oft sind die Theile eines Gesteines ganz lose, oder nur locker mit einander verbunden. Solche Gesteine werden *lose Gemenge* genannt. Sie zeigen in Hinsicht der Grösse, Form und Mannigfaltigkeit der Gemengtheile mancherlei Verschiedenheiten.

Beimengungen der Gesteine.

§. 14.

Häufig enthalten die Gesteine in kleinerer Quantität gewisse Mineralien, deren Vorkommen an gewisse Verhältnisse derselben geknüpft ist. Sie haben keinen wesentlichen Einfluss auf die Beschaffenheit des Gesteines, fehlen oft ganz; gehören daher nicht zur eigentlichen Zusammensetzung desselben, und werden als *Beimengungen* betrachtet. Die gemengten Gesteine enthalten häufiger solche Beimengungen, als die einfachen und namentlich diejenigen derselben, welche von ausgezeichneter krystallinischer Beschaffenheit sind. Einige Mineralien sind vorzugsweise gewissen Gesteinen beigemengt. So der Schwefelkies den Hornblendegesteinen, der Granat den Glimmergesteinen, der Turmalin dem Granit. Dies deutet auf eine Beziehung zwischen diesen Mineralien und den genannten Gesteinen, oder einem Gemengtheile derselben. Als Einmengungen sind auch die organischen Ueberreste, die *Versteinerungen*, zu betrachten, welche vorzüglich in denjenigen Gesteinen vorkommen, welche die oberen Lagen der Erdrinde constituiren, namentlich in Kalksteinen und Conglutinaten.

Verlaufen der Gesteine in einander.

§. 15.

Die Mineralgattung ist als ein Individuum scharf begrenzt; nicht so das Gestein. Wir haben zahlreiche Beispiele, dass ein Gestein in ein anderes *verläuft, übergeht*, während wir niemals eine Mineralgattung in eine andere verlaufen sehen. Die Stoffe, welche das Mineralindividuum bilden, sind mit einander in *bestimmten* unabänderlichen Verhältnissen *chemisch* vereiniget. Diese bestimmten Verhältnisse zeigen sich bei den Gesteinen

nicht, bei welchen einzelne ungleichartige Mineralindividuen mit einander *mechanisch* vereiniget sind. Der eine oder der andere Gemengtheil nimmt überhand oder vermindert sich, oder es tritt ein neuer hinzu; die Eigenschaften des Gesteines verändern sich, nähern sich bald mehr, bald weniger den Eigenschaften eines anderen, und so werden *Uebergänge* gebildet. Selbst die einfachen Gesteine bleiben sich nicht gleich, wenn sie *dicht* sind, wie wir dies beim Kalkstein, Feldstein und anderen sehen. Es ist schon bemerkt worden (§. 6), dass sie nie so rein sind, wie das einfache Mineral. Man hat sie als zusammenerstarrte Gemenge zu betrachten. Auch durch Veränderungen der Structur der Gesteine entstehen Uebergänge. So geht der körnige Granit in den schiefrigen Gneis über.

Von den Veränderungen, welche die Gesteine durch Verwitterung erleiden.

§. 16.

Die meisten Gesteine erleiden eigenthümliche Veränderungen, wenn sie unmittelbar der Luft ausgesetzt sind. Man nennt den dabei Statt findenden Vorgang die *Verwitterung*. Sie beruht vorzüglich auf der chemischen Einwirkung des Sauerstoffs und des Wassers der Atmosphäre auf die Bestandtheile des Gesteins. Gewöhnlich werden beide aufgenommen. Es entstehen Oxyde, höhere Oxydationsstufen, Hydrate, Salze; das Volum der veränderten Substanzen wird grösser und dabei der Zusammenhang aufgehoben. Gesteine, welche Eisenoxydul, Magneteisenstein, Schwefelkies, Binärkies enthalten, sind der Verwitterung besonders unterworfen. Sie werden an der Oberfläche durch entstehendes Eisenoxydhydrat nach und nach gelb oder braun; es bildet sich eine dünne, ockerige, erdige Lage, die sich abschält und eine frische Fläche bloss legt, die wieder dieselbe Veränderung erleidet und dies geht so fort, bis die Masse ganz zerfallen ist. So ist es beim Serpentin, Dolerit, Grünstein und vielen anderen der Fall. Oder das Schwefelmetall verwandelt sich in schwefelsaures wasserhaltiges Oxydul-Salz, welches als solches ausblüht, oder auch durch einen basischen Bestandtheil des Gesteins zerlegt wird, wie durch Kalkerde, Bittererde, Kali, Thonerde. Dabei blühen Gyps, Bittersalz, Alaun aus und das Gestein wird mürbe und zerfällt, wie es kieshaltige Mergel,

Schieferthone, Talkschiefer und der sogenannte Alaunschiefer zeigen. Auch Gesteine, welche kali- oder natronhaltige Mineralien als Gemengtheile haben, verwittern leicht, wie Weissstein, Granit, Klingstein. Das Wasser zieht nach und nach eine lösliche Verbindung von Alkali und Kieselerde (bei den Feldspathen = $KO, 4 SiO_2$) aus dem Gesteine aus und es hinterbleibt endlich eine weiche thonige Masse. Licht und Wärme steigern die chemische Action. Auch durch blosse Anziehung von Wasser erfolgt Verwitterung, wie beim Anhydrit.

Das Wasser der Atmosphäre bewirkt auch durch mechanische Einwirkung das Zerfallen der Gesteine. Es sickert auf den Klüften ins Innere ein, erstarrt hier im Winter und treibt die Masse auseinander. Der Zusammenhang bleibt, durch das Eis vermittelt, bis dieses beim Thauwetter schmilzt. Dann trennen sich die Stücke von einander und fallen ab. Schiefrige Gesteine sind dieser Art von Verwitterung besonders unterworfen. Die schiefrige und schalige Structur erleichtert die chemische und mechanische Einwirkung von Luft und Wasser.

Die Eigenschaft der Gesteine, an der Luft mehr oder weniger zu *verwittern*, ist für das Wachsthum der Pflanzen von grosser Wichtigkeit. Die Vegetation kann nur auf verwitternden Gesteinen Wurzel fassen. In der Technik werden die durch Verwitterung bewirkten Veränderungen von Mineralmassen auf mannigfaltige Weise benutzt. Ihre dadurch herbeigeführte Zertheilung erleichtert Scheidungen und mancherlei Verarbeitungen; durch die chemischen Veränderungen werden verschiedene Erze für deren hüttenmännisches Zugutmachen vorbereitet und es beruhen darauf die Darstellungen von Vitriol, Bittersalz und Alaun.

Von den Veränderungen, welche die Gesteine durch Feuereinwirkung erleiden.

§. 17.

Die Veränderungen, welche die Gesteine durch Feuereinwirkung erleiden, sind vielmehr durch Oertlichkeiten bedingt, und erscheinen weit seltener, als die Veränderungen, die wir im vorhergehenden Paragraphen betrachtet haben. Durch eine hohe Temperatur, durch Brennen und Glühen, werden die Gesteine, je nach dem Grad der Hitze und nach ihrer Beschaffenheit, mehr oder weniger verändert. Sie werden entfärbt oder an-

ders gefärbt, erleiden ein Zusammensintern der Theile und sind hernach härter, spröder und schwerer. Dichte durch Hitze erweichte Gesteine werden bei darauf folgender langsamer Abkühlung körnig. Durch Schmelzung in den flüssigen Zustand gebracht, nehmen sie die Beschaffenheit von Schlacken und Laven an. Steht ein durch Hitze erweichtes kieselhaltiges Gestein in unmittelbarer Berührung mit einem kalkigen, so erfolgt durch deren chemische Aufeinanderwirkung ein Zusammenfliessen beider Gesteine auf den Grenzen und eine gegenseitige Durchdringung, wobei verschiedene Mineralindividuen, je nach der chemischen Beschaffenheit der Gesteine, gebildet werden, namentlich Granat, Vesuvian, Augit, Hornblende und viele andere Bildungen solcher Art bezeichnet man mit dem Namen *Contact-Bildungen.*

Erdbrände und Vulcanfeuer bewirken die verschiedenen angedeuteten Veränderungen; auch heisses Wasser, heisse und kalte Dämpfe und Gase verändern die Beschaffenheit der Gesteine auf mannigfaltige Weise.

Von der Classification der Gesteine.

§. 18.

Man kann die Gesteine in zwei grosse Abtheilungen bringen, wovon die erste solche umfasst, deren Theile, sie seyen einfache oder gemengte, eine durch die Krystallisationskraft bewirkte Form haben, und die man daher *krystallinische* Gesteine nennen kann; die zweite hingegen solche begreift, deren Theile eine Form besitzen, die mit ihrem Wesen in keiner Beziehung steht, eine zufällige, durch äussere, mechanische Kraft hervorgebrachte ist, und denen man den Namen der *nicht krystallinischen* geben kann. In der Abtheilung der krystallinischen Gesteine kann man weiter nach dem charakterisirenden Gemengtheil in Reihen ordnen; bei den nicht krystallinischen Gesteinen kann man Conglutinate und Aggregate unterscheiden und die Reihen nach den Structurverhältnissen bilden. So entsteht folgende Classification:

I. Abtheilung. Krystallinische Gesteine.

1. Reihe. Quarzgesteine.
2. „ Feldspathgesteine.

3. Reihe.	Glimmergesteine.	
4. „	Hornblende und Augitgesteine.	
5. „	Serpentingesteine.	
6. „	Thongesteine.	
7. „	Kalkgesteine.	
8. „	Gypsgesteine.	
9. „	Salzgesteine.	
10. „	Eisengesteine.	

II. Abtheilung. Nichtkrystallinische Gesteine.

A. Conglutinate.

1. Reihe.	Der Sandsteine.	
2. „	„ Conglomerate und Breccien.	

B. Congregate.

1. Reihe.	Der Thone.
2. „	Des Gruses.
3. „	„ Sandes.
4. „	Der Kohlen.
5. „	Des Torfs.
6. „	Der Erden.

Beschreibung der einzelnen Gesteine.

I. Abtheilung. Krystallinische Gesteine.

I. Reihe. Quarzgesteine.

Die Gesteine dieser Reihe haben *Quarz* zur Grundmasse, oder zum charakterisirenden Gemengtheil. Oft sind damit Thon, Eisenoxydhydrat, Feldspath, Glimmer, Feldstein, Turmalin und kohlige Theile gemengt, so dass er seltener rein auftritt. Die Quarzgesteine zeichnen sich durch grosse Härte vor allen andern Gesteinen aus, sind für sich unschmelzbar und sehr spröde.

1. Gestein. Quarzfels.

Grundmasse von Quarz, der bald körnig, bald dicht, und im Allgemeinen von lichter, weisser oder grauer Farbe ist.

Man unterscheidet *körnigen, dichten, schiefrigen* und *porphyrartigen* Quarzfels.

Der *körnige* Quarzfels ist der häufigste. Man hat ihn oft mit Sandstein verwechselt, wie dies bei dem körnigen Quarzfels der Schweiz der Fall gewesen ist, welcher als Alpensandstein beschrieben wurde und bei dem Quarzfels von Dransfeld in Hannover, den man Trappsandstein nannte. Die Hauptmasse ist körniger Quarz, der gewöhnlich kleinkörnig ist. Zuweilen erscheint das Ganze als eine Verbindung von mehr und weniger vollkommen ausgebildeten Quarzkrystallen, bei welchem die Krystalle, zumal auf Klüften und an der Oberfläche des Gesteines, deutlicher hervortreten, wie bei Reichenbach im Odenwalde. Die vorherrschende weisse Farbe verläuft gewöhnlich ins Graue und in verschiedene braune und rothe Farben. Fremdartige Beimengungen sind selten, doch findet man in ihm hin und wieder Turmalin, Feldspath, Glimmer und Schwefelkies. Letzterer verursacht bei seiner Zersetzung, die an der Oberfläche des Gesteines Statt findet, eine braune Färbung. Sehr selten liegen in der körnigen Grundmasse einzelne Quarzkrystalle, oder Körner von Carneol, die mitunter von Eisenoxyd umschlossen sind. Eine besondere Abänderung des körnigen Quarzfels ist der

poröse Quarz der Gegend von Paris, welchen die französischen Geognosten auch Pierre meulière nennen. Er besteht aus einer höchst feinkörnigen, stellenweise ins Dichte verlaufenden Quarzmasse, die öfters chalcedon- und feuersteinartig wird, eine weisse, ins Graue und Röthliche verlaufende Farbe besitzt, und zahllose kleine, unregelmässige Höhlungen enthält, die theils mit einer netzförmigen quarzigen Masse, theils mit kleinen unvollkommenen Quarzkrystallen oder getropften Gestalten von Quarz ausgekleidet, theils mit Thon ausgefüllt sind.

Der *dichte* Quarzfels besteht aus einer dichten, im Bruche splitterigen Quarzmasse, die sich öfters durch eine lichte, weit ins Feld leuchtende Farbe auszeichnet, aber auch alle Abänderungen von weiss und grau zeigt, und zuweilen selbst gelb und braun erscheint. Zuweilen enthält er Drusen von Quarzkrystallen, Schnüre und Trümmer verschiedener Quarz-Varietäten, und Glimmer, Feldspath, Schwefelkies beigemengt.

Der *schiefrige* Quarzfels ist gewöhnlich dick- und unvollkommen schiefrig, meistens mit Glimmer oder Talk gemengt, und enthält öfters mehr oder weniger Thon, wobei sich die Härte vermindert, die Farbe bläulich- und grünlichgrau ist, und durch Befeuchten lebhafter wird.

Der *porphyrartige* Quarzfels besteht aus einer Grundmasse von körnigem oder dichtem splittrigem Quarz, von grauen und gelblichen Farben, in welcher prismatische Feldspathkrystalle von derselben Farbe ausgesondert liegen. Er kommt selten vor, und man hat ihn zur Zeit nur in der Gegend von Christiania in Norwegen und unfern Neuland in Böhmen gefunden.

Der Quarzfels geht durch Aufnahme von Glimmer und Talk in Glimmer- und Talkschiefer über, durch Aufnahme von Glimmer und Feldspath in Granit und Gneis, durch Aufnahme von Feldstein in Hornfels. Diese Uebergänge zeigen sich zumal da, wo der Quarzfels in der Nähe von Granit und jenen Schiefern vorkommt. Der Vegetation ist das Gestein ungünstig. Es trotzt der Witterung. Nach und nach wird es mechanisch zerstört, und bildet einen steinigen, unfruchtbaren Schutt. Nur Flechten und Moose können sich auf seiner kahlen Oberfläche ansiedeln. In der Technik hat es eine sehr nützliche Verwendung als Strassenmaterial, sodann zur Glas-, Smalte- und Steingeschirr-Fabrikation, zur Glasur, als Zuschlag bei verschiedenen Metallausschmelzungen u. s. w.

2. *Gestein. Kieselschiefer.*

Schiefrige, unreine, mit Thon, Kalk, Eisenoxyd, Chlorit und Kohle gemengte Quarzmasse, von unreiner grauer, rother, brauner, grüner und schwarzer Farbe und rhomboëdrischer Absonderung. Sie ist in der Regel von feinen weissen Quarzadern durchzogen, und hat bald einen ebenen, bald einen

splittrigen, ins Flachmuschlige verlaufenden Bruch. Die schwarze Abänderung von fast ebenem Bruch ist unter dem Namen *lydischer Stein* bekannt und wird als Probirstein gebraucht.

Die Härte des Gesteines variirt nach der Quantität der Beimengungen, und ist um so geringer, je mehr von diesen verhanden ist. Man findet in ihm öfters Schwefelkies, Rotheisenstein und Feldspath, und letzteren zuweilen in Krystallen ausgesondert, wodurch das Gestein zum Porphyr wird. Der Elfdaler Kieselschiefer-Porphyr, die schönste unter den Elfdaler Porphyrarten, gibt dafür ein Beispiel. In der dunkelbraunen, ins Schwarze verlaufenden Kieselschiefermasse, liegen prismatische, weisse, blass- oder dunkelfleischrothe Feldspathkrystalle.

Durch Aufnahme von Thon geht der Kieselschiefer in Thonschiefer über. Die schwarzen Abänderungen verwandeln sich zuweilen, durch häufige Aussonderung des Quarzes, in eine weiche, abfärbende, dem Zeichenschiefer ähnliche Masse. Der Verwitterung widersteht der Kieselschiefer hartnäckig. Nach und nach wird er an der Oberfläche graugelb und erleidet eine mechanische Zerstörung. Der Vegetation ist er ungünstig. Die Anwendung ist oben angegeben. Der Kieselschiefer-Porphyr wird vorzüglich in Elfdalen verarbeitet.

3. Gestein. Jaspis.

Nur der Bandjaspis kommt in grösseren Massen vor. Die quarzige Masse nimmt bald mehr, bald weniger Thon auf, wird zuweilen erdig und schliesst manchmal Feldspathkrystalle ein, wodurch das Gestein porphyrartig wird. Der Jaspis verläuft in Kieselschiefer und Wetzschiefer. Verwitterung und Einfluss auf die Vegetation, wie bei den vorigen.

Er kann als Chausseematerial benutzt werden.

4. Gestein. Hornstein.

Der Hornstein kommt für sich in grösseren Massen und vorzüglich als Grundmasse eines Porphyrs vor. Der ausgezeichnete Hornstein-Porphyr von Elfdalen in Schweden hat eine Grundmasse von brauner, ins Rothe verlaufender Farbe, in welcher bald grössere, bald kleinere Feldspathprismen, von graulich- und gelblichweisser und von fleischrother Farbe liegen. Beigemengt erscheinen hin und wieder Glimmer, Quarz und Pistazit. Durch Auswittern der Feldspathkrystalle wird das Gestein porös.

Es wird wie der Kieselschiefer-Porphyr in Elfdalen verarbeitet.

5. Gestein. Hornfels.

Ein inniges dichtes Gemenge von Quarz und Feldstein, mit Vorwalten des ersteren. Die Farbe des Gesteines ist grau in verschiedenen Abänderungen, der Bruch splitterig und nähert sich öfters dem Unebenen. Beigemengt sind ihm hin und wieder Turmalin, der es dunkel, Hornblende, die es grün färbt, Glimmer, der es öfters schiefrig macht, und zuweilen auch Körner von Quarz, einzelne Feldspathkrystalle, Körner von Magneteisenstein und Granat.

Die einzelnen Gemengtheile lassen sich am besten erkennen, wenn man einen feinen Splitter des Gesteins vor dem Löthrohr erhitzt. Der Feldstein schmilzt, die geschmolzenen Puncte sind lichter und unterscheiden sich deutlich von den ungeschmolzenen grauen Quarzkörnern. Auch die Beimengung von Turmalin u. s. w. tritt jetzt deutlicher hervor. Durch Ueberhandnehmen des Quarzes verläuft der Hornfels in Quarzfels, durch Ueberhandnehmen des Feldsteins in Weissstein. Hornblende vermittelt einen Uebergang in Grünstein, und in der Nähe des Granites verläuft sich der Hornfels öfters durch Aufnahme von Glimmer und Feldspath in dieses Gestein. Der Verwitterung widersteht er hartnäckig; er wird an der Oberfläche graugelb oder lichter, und wenn er Magneteisensteinkörner enthält, ockergelb. Man kann ihn als Chausseematerial anwenden. Hausmann hat den Hornfels zuerst genauer untersucht und beschrieben. Lasius nannte ihn in seiner Beschreibung des Harzgebirges Trapp, Freiesleben Kieselschieferfels.

6. Gestein. Schörlschiefer.

Besteht aus grauem, körnigem *Quarz* und krystallinischen Theilen von schwarzem *Schörl*. Diese Gemengtheile sind bald innig mit einander nach allen Richtungen verbunden; bald wechseln sie lagenweise mit einander, wodurch eine Streifung, abwechselnde schwarze und weisse Bänderung, hervorgebracht wird. Die Structur ist schiefrig. Als Beimengungen erscheinen Glimmer, Chlorit, Granat und Zinnstein.

II. Reihe. Feldspathgesteine.

Gesteine, welche einen Feldspath zum charakterisirenden Gemengtheil oder zur Grundmasse haben. Auch solche Gesteine werden hierher gerechnet, welche höchst wahrscheinlich durch Feuereinwirkung aus feldspathreichen Massen gebildet worden

sind. Als weitere Gemengtheile erscheinen vorzüglich Quarz, Glimmer, Hornblende und Zeolith. Die Gesteine dieser Reihe zeichnen sich im Allgemeinen durch Schmelzbarkeit und Verwitterbarkeit aus, und haben eine geringere Härte als die Gesteine der vorhergehenden Reihe.

7. Gestein. Weissstein.

Inniges Gemenge von Feldspath oder Feldstein und Quarz, mit Vorwalten des ersteren. Oefters eine kieselige Feldspathmasse, aus welcher nach Fuchs durch Kali eine beträchtliche Menge Kieselerde ausgezogen werden kann, wobei Feldspath zurückbleibt. Das Gestein ist im Allgemeinen dicht, von lichter, graulich-, gelblich- und röthlich-weisser Farbe, selten dunkel grau, grün oder braun, und schmilzt vor dem Löthrohr zu einem durchscheinenden, blasigen Email.

Zuweilen wechseln die Farben in Streifen ab, wie bei dem Weissstein von Namiest in Mähren *(Namiester Stein)*. Von fremdartigen Beimengungen zeigen sich insbesondere Glimmer, Granat, Cyanit, Hornblende, Schwefelkies, Turmalin; im Weissstein des Ilmengebirges Zirkon, Beryll, Apatit und einaxiger Glimmer. Granat und Glimmer bilden hin und wieder parallele Streifen von dunklerer Farbe in dem Gesteine, und es erhält dadurch ein gneisartiges Ansehen. Diess ist der Fall bei dem Weissstein aus den nächsten Umgebungen von Penig in Sachsen. Manchmal liegen auch einzelne Quarzkörner in der Masse, und wenn nun noch Glimmerblättchen hinzutreten, so bekömmt das Gestein ein feinkörniges Gefüge, wird feinkörnigen Abänderungen von Granit ähnlich und verläuft auch in Granit. Diese Abänderung von Weissstein erhielt den Namen *Granulit.* Einzelne in der Masse liegende Feldspathkrystalle geben ihm zuweilen ein porphyrartiges Ansehen. Glimmer macht ihn bisweilen schiefrig, doch kommen auch schiefrige Abänderungen von Weissstein vor, die keinen Glimmer enthalten. Er verläuft nicht allein in Granit, sondern auch in Gneis, Hornfels und Grünstein. Der Verwitterung ist er stark unterworfen. Der Zusammenhang vermindert sich allmählig, das Gestein zerbröckelt, zerfällt in Grus und bildet gewöhnlich einen weissen Thon, während die Quarztheile, der Glimmer und die weiteren Beimengungen nach und nach ausgewaschen werden. Wenn Schwefelkies darin vorkommt, wird er zuerst auf den Spalten rostfarbig, und auch der aus ihm entstehende Thon ist mehr und weniger gelb gefärbt. Der Vegetation ist das verwitterte Gestein günstig, es bildet eine fruchtbare Erde. Man benützt den Weissstein als Baustein und Chausseematerial. Der bei seiner Verwitterung entstehende Thon hat die Beschaffenheit des aus Granit entstandenen und lässt sich durch

Sieben und Schlämmen so reinigen, dass man ihn zur Fabrication von Steinwaare anwenden kann.

8. Gestein. Granit.

Körniges Gemenge aus Feldspath, Quarz und Glimmer, von vollkommen krystallinischem Ansehen, bei welchem der Feldspath meistens vorherrscht, der Quarz, und namentlich der Glimmer, in geringerer Menge vorhanden sind.

Gewöhnlich ist der Feldspath von graulich- und gelblichweisser Farbe, häufig aber auch fleischroth in verschiedenen Abstufungen, selten grün. Am seltensten kommen verschiedene Farben des Feldspaths zusammen vor, wie bei dem Granit von Trollhätta in Schweden, der rothen und graugrünen Feldspath zugleich enthält.

Statt des Feldspaths ist nicht selten *Albit* vorhanden, der, wie jener, im Allgemeinen von weisser, doch zuweilen auch von rother Farbe ist. Man kann diese Abänderung des Granites, die an vielen Orten in Nordamerika, Schweden, bei Penig in Sachsen, im Gebirge der Bergstrasse unfern Heidelberg, im Schwarzwalde im Wildthale bei Freiburg, im Wintersbach im Kinzigthal, im Riesengebirge bei Warmbrunn, Neuwaldau, Stonsdorf und Erdmannsdorf u. s. w. vorkommt, *Albit-Granit* nennen. In der Regel enthält sie den Albit in weit grösserer Quantität, als die beiden übrigen Gemengtheile. Auch enthält mancher Granit Feldspath und Albit zugleich. Zuweilen kommt neben dem Feldspath auch *Oligoklas* vor, wie im herrschenden Granit des Riesengebirges, in dem er ungefähr in gleicher relativer Menge mit dem Quarz enthalten ist. Auch im Granit von Stockholm und von Yttorby kommt er in Menge vor. Die Körner und Krystalle von Oligoklas, welche den sogenannten Centralgranit Schlesiens auszeichnen, sind in der Regel symmetrische Verwachsungen von mehr als zwei Individuen, und erscheinen daher auf der deutlichsten Spaltungsfläche immer gestreift. Die feinkörnigen schlesischen *Oligoklas-Granite* enthalten keinen, oder nur äusserst wenig Feldspath.

Der Quarz hat im Allgemeinen eine graue oder weisse Farbe, ist selten als Milch- oder Rosenquarz vorhanden oder von blauer und grüner Farbe. Zuweilen ist er krystallisirt. Der Glimmer, meistens Kali-Glimmer, seltener Lithon-Glimmer, am seltensten Magnesia-Glimmer, hat gewöhnlich eine graue, schwarze, gelbe oder tombackbraune Farbe. Die silberweisse, grüne, violblaue oder rosenrothe tritt weniger oft auf. An der Stelle des Glimmer erscheint hin und wieder *Chlorit* oder *Talk*, namentlich in den Alpen. Jurine, der solchen Granit am Montblanc fand, ist der Meinung, dass er ein höheres Alter, als die übrigen Gesteine des Grundgebirges habe, und nennt ihn desshalb *Protogine.*

Die Grösse der Gemengtheile, aus denen der Granit besteht, oder das *Korn* desselben, ist sehr verschieden. Der klein- und

2.

feinkörnige Granit ist der häufigste; grobkörnigen sieht man schon weniger und grosskörnigen nur selten. Ausgezeichnet *grosskörniger* Granit findet sich in Sibirien. Er enthält öfters Glimmer-Parthieen, aus denen man fussgrosse Scheiben erhalten kann. Auch bei Penig und Siebenlehen in Sachsen, im Hagenbach bei Zell im Kinzigthal, und in der Schrambach unfern Forbach im Schwarzwalde, bei Lomnitz, Fischbach, Landshut und Schwarzbach in Schlesien kommen schöne Abänderungen von grosskörnigem Granit vor. In dem Granit der Schrambach liegen öfters vier- bis sechszöllige, gut ausgebildete Quarzkrystalle. In dem grosskörnigen Granit vom Krötenloch bei Schwarzbach in Schlesien liegen fussgrosse Feldspath- und drei bis vier Fuss grosse Quarzkrystalle. Die Feldspathkrystalle sind hier gewöhnlich mit Albit bedeckt, der regelmässig mit ihnen verwachsen ist, wie diess öfters vorkommt. Kaum anderswo ist der Albit auf dem Feldspath in grösseren Individuen, so durchsichtig und in so regelmässiger Verwachsung zu finden.

Eine besondere Abänderung von Granit, welche nur sehr wenig oder keinen Glimmer enthält, und bei welcher der Quarz, gleichsam in Skeletten der sechsseitigen Prismen, zwischen den Theilungsflächen des Feldspaths liegt, hat den Namen *Schriftgranit* oder *Pegmatit* erhalten, weil der Quarz, wenn man das Gestein nach den Theilungsrichtungen des Feldspaths entzwei schlägt, vermöge seiner besonderen Lage und Form, öfters einige Aehnlichkeit mit den Schriftzügen des hebräischen Alphabets hat. Sie findet sich in Sibirien, bei Zwiesel in Bayern, im Riesengebirge in Schlesien, im Schwarzwald uud an mehreren andern Orten. Selten erscheint der Glimmer unter ähnlichen Verhältnissen, wie im Granite mehrerer Punkte des Schwarzwaldes. Als eine eigenthümliche Abänderung von Granit wird auch das Gestein betrachtet, welches einen Bestandtheil der Zinnwalder Zinnerzlagerstätte ausmacht, und welches der erzgebirgische Bergmann *Greisen* nennt. Es besteht vorzüglich aus erbsengrossen krystallinischen Körnern von grauem Quarz und kleinen, grünlichgrauen, gelben oder braunen Blättchen von Lithon-Glimmer, und enthält bald Zinnstein in kleinen Körnern und Krystallen, bald ist es zinnleer. Manchmal liegen in der körnigen Masse einzelne grössere Quarzkrystalle, die, von vielen Rissen durchzogen, zuweilen verdreht und von Eisenoxyd gefärbt oder überkleidet sind. Das Gestein sieht allerdings dem wahren Granite sehr ähnlich, es fehlt ihm aber der Feldspath ganz

Oft liegen im Granit vollkommen ausgebildete Feldspathkrystalle, die an Grösse die Körner der Gemengtheile übertreffen, meistens ziemlich gleichförmig durch die Masse vertheilt. Der Granit erhält dadurch Porphyrbeschaffenheit, und man nennt diese Abänderung *porphyrartigen* Granit. Die Feldspathkrystalle haben eine weisse, graue oder rothe Farbe, eine rauhe Oberfläche und sind in der Regel Zwillingskrystalle, im Mittel von einem bis zwei Zoll Länge, die aus paarweise dergestalt verbundenen Individuen bestehen, dass

entweder die zur Rechten von C oder die zur Linken von C gelegenen Flächen B allein an den Zwillingen erscheinen und auf diese Art zwei gleiche, aber nur verkehrt ähnliche Körper hervorbringen. Die Zwillinge erreichen hin und wieder auch die Grösse von sechs Zollen und erscheinen mitunter gruppenweise. Die einzelnen Gemengtheile sind oftmals in grösseren Parthieen ausgesondert, der Quarz erscheint in Nestern und Schnüren, oder in Gängen, die nicht selten drusig sind und reine Quarzkrystalle einschliessen; der Glimmer bildet gleichfalls Nester oder Kugeln, und manchmal sehr schöne blumige und federartige Parthieen, wie z. B. in einer kleinkörnigen Abänderung von weissem Granit im Neckarthale unfern Heidelberg, in der Gegend von Forbach und Oberkirch im Schwarzwald, in einer grosskörnigen Abänderung von rothem Granit im Muldethale unfern Penig in Sachsen und an mehreren andern Orten.

An der Südseite des Kynastes, zu Schwarzbach und Schmiedberg in Schlesien kommt ein ausgezeichneter *Kugelgranit* vor. Die Kugeln haben einige Zoll bis einen halben Fuss im Durchmesser und enthalten im Innern stets als Kern einen einzelnen Feldspathzwilling oder eine Gruppe von Zwillingskrystallen. Dieser Kern ist zuerst von einer dünnen Hülle von Albit und Glimmer, und dann von einer ein bis zwei Zoll dicken Hülle von grobkörnigem, stark verwachsenem Feldspath umgeben, der mit kleinen, graulichweissen Quarzkörnern und gegen den Rand zu auch mit Glimmerschüppchen durchwachsen ist. Der Feldspath des Kerns ist fleischroth, derjenige der Hülle leicht gelblichgrau. Die Kugeln liegen dicht neben einander, sich gegenseitig in der Ausbildung störend und bilden Gänge. Einer Feldspathreichen, sehr feinkörnigen Abänderung von Granit, in welcher der Glimmer beinahe ganz fehlt, haben die französischen Mineralogen wegen seiner Schmelzbarkeit den Namen *Eurit* gegeben. Sie enthält auch öfters Krystalle von Feldspath und trägt alsdann den Namen *Eurit-Porphyr*. In einigen Gegenden, wie in der Auvergne und in Kornwallis, kommt ein Granit vor, dessen Feldspath mehr oder weniger erdig ist, und der durch die leisesten Uebergänge selbst in wirkliches Kaolin verläuft, ohne dass man berechtigt wäre, diess einer Verwitterung des Gesteins zuzuschreiben.

Von fremdartigen Beimengungen enthält der Granit vorzüglich Turmalin, meistens Kali-, selten Lithon-Turmalin, wie in der Gegend von Heidelberg, von Penig in Sachsen, in Sibirien u. a. m. a. O., Granat, Pinit (Hornberg, Lautenbach im Renchthale, oberhalb Forbach im Murgthale im Schwarzwalde), Magneteisenstein, und diesen zuweilen in grosser Menge (die Granite Brasiliens), Hornblende, welche mitunter an die Stelle des Glimmers tritt, Pistazit und Apatit. Ueberdiess enthält er noch eine grosse Anzahl anderer Mineralien, deren Vorkommen in demselben aber weit mehr an Oertlichkeiten gebunden ist. Der Granit verläuft in Gneis, Weissstein, Syenit und Grünstein. Der Verwitterung sind die quarzreichen

Abänderungen sehr wenig unterworfen, um so mehr dagegen die feldspathreichen, und es ist von seinen Gemengtheilen eigentlich nur der Feldspath, welcher derselben unterliegt und dadurch die Zerstörung des Gesteines herbeiführt. Es verliert den Glanz, die Festigkeit, den Zusammenhang, zerbröckelt, oder es lösen sich Schalen von demselben ab, die Masse zerfällt in Grus, und dieser wird nach und nach in einen weissen Thon verwandelt, der dem Porzellanthon vollkommen gleich kommt, in welchem Quarz und Glimmer meistens ganz unversehrt liegen. Der Feldspath, dessen Zusammensetzung die Formel $KO, Al_2O_3, 6\,SiO_2$ darstellt, gibt an das einwirkende Wasser die Verbindung $KO, 4\,SiO_2$ ab, während die Verbindung $Al_2O_3, 2\,SiO_2$ zurückbleibt, welche mit 2 Aq. *Thon* bildet. Die Feldspathkrystalle des porphyrartigen Granits werden weniger angegriffen als die Feldspathkörner der Grundmasse.

Der Granit ist ein vorzügliches Chauseematerial und auch als Baustein geschätzt. Man wählt kleinkörnige, frische Abänderungen, wenn die Steine einen grossen Druck aushalten sollen. Es ist durch Versuche ausgemittelt, dass die verschiedenen Abänderungen einen sehr verschiedenen Widerstand leisten, wenn man sie durch Gewichte zerdrückt. So fand man in England, dass man auf einen (englischen) Quadratfuss Oberfläche des Granits aus Cornwallis 114,000 Pfund legen kann, ehe er zerdrückt wird, während der Granit aus Aberdeenshire gegen 169,000 Pfund trägt. Auch zu architektonischen Verzierungen, zu Monumenten u. s. w. wird der Granit häufig angewendet. Aus finländischem Granit besteht der Granitblock, welcher zu St. Petersburg der Bildsäule Peters des Grossen zur Unterlage dient; daraus bestehen auch die prachtvollen Säulen der Isaakskirche daselbst und die majestätische Alexandersäule. Aus einem von den Rauenschen Bergen herbeigeführten Findlingsblocke ist die 22 Fuss messende Granitschale vor dem Museum Berlins gearbeitet. *Turenne's* Monument zu Sasbach, unfern Achern, ist aus einem schönen porphyrartigen schwarzwälder Granit gearbeitet, der aus dem nahe gelegenen Kappler Thal herbeigeführt wurde. Der Obelisk besteht aus einem fehlerfreien 24 Fuss langen Granitstücke. *Schillers* Monument zu Stuttgart hat ein Piedestal aus kleinkörnigem braunen Granit der Gegend von Wildbad. *Carl Friedrichs* Monument zu Carlsruhe steht auf einem Piedestal von grauem porphyrartigen Granit des Murgthals im Schwarwald. Die Waterloo-Brücke zu London ist aus rothem schottischen und aus grauem kornischen Granit erbaut; in Kopenhagen sieht man ihn häufig zu Quadern und Platten verarbeitet. Der Granit von Matthausen an der Donau in Oesterreich wird zu den Trottoiren in Wien benützt. Als Pflasterstein wird er häufig angewendet, wie man in Carlsbad, in Baden am Schwarzwalde, in Heidelberg, Rastadt u. s. w. sieht. Auch liefert er vortreffliche Mühlsteine. Der verwitterte Granit bildet einen sehr fruchtbaren Boden, in welchem in einem milden Clima die üppigste Vegetation ersteht und bereits jede Pflanzung gedeiht. Die fruchtbaren Gefilde von Offenburg,

Oberkirch, Achern u. s. w. am Schwarzwalde, die neben auserlesenem Getreide, Obst, Kastanien, Mandeln, Hanf, auch vorzügliche Weine liefern, geben dafür den sprechendsten Beweis. Der aus dem verwitterten Granite hervorgegangene Thon wird zu Steingut und Porzellan verwendet. Aus den grosskörnigen Graniten werden vermittelst Steinbrucharbeiten die grossen reinen Parthieen Feldspath und Quarz für Porzellan- und Glasfabriken gewonnen. Seit langer Zeit geht eine solche Arbeit bei Lomnitz in Schlesien um.

9. Gestein. Syenit.

Körnig verwachsenes Gemenge von Feldspath, oder Labrador, mit Hornblende, in welchem der Feldspath im Allgemeinen vorherrscht, der Quarz gar nicht, oder nur in sehr geringer Quantität erscheint.

Der Feldspath oder Labrador hat gewöhnlich eine rothe Farbe, seltener eine graue oder grünliche, und besitzt öfters Farbenwandlung, wie bei dem schönen Syenite von Frederiksvärn in Norwegen und dem Syenite unfern der Kirche beim See *Smälingen* in Schweden. Die Hornblende ist von lauchgrüner oder schwarzer Farbe und erscheint nur sehr selten auskrystallisirt. Sie nimmt manchmal sehr überhand und bildet hin und wieder die Hauptmasse. Das Korn des Gesteins ist bald grob, bald klein, und wird nur zuweilen, und besonders dann fein, wenn der Feldspath zum Theil durch Feldstein vertreten wird, in welchem Falle ein Uebergang in Grünstein Statt findet. Es liegen auch hier öfters Feldspathkrystalle in der Syenitmasse ausgesondert und geben dem Gestein ein *porphyrartiges* Ansehen. Sind die Gemengtheile dabei sehr klein und undeutlich, so erscheint dasselbe als wahrer *Syenitporphyr*. Von fremdartigen Beimengungen beobachtet man besonders Glimmer, der im Syenit von Meissen einaxiger Glimmer ist und stellenweise die Hornblende ersetzt, und der, wenn zugleich auch Quarz in dem Syenite vorhanden ist, denselben dem Granite nahe bringt und eine Abänderung hervorruft, die man zuweilen auch *Hornblendegranit* nennt; ferner Schwefelkies, der als steter Begleiter der Hornblende auftritt, Magneteisenstein, der hier und da in Krystallen und in beträchtlicher Menge im Syenite liegt, wodurch das Gestein eine starke Einwirkung auf die Magnetnadel erhält, wie die Syenite von Asby und Frederiksvärn zeigen, welche Eläolith und überdiess Zirkon enthalten, und desshalb auch *Zirkonsyenit* genannt werden. Manchmal schliesst der Syenit auch kleine Krystalle von Sphen ein, wie der des Birkenauer Thales bei Weinheim, und überdies kommen in ihm noch mehrere andere Mineralien vor, aber sie zeigen sich alle weit seltener, als die angeführten. Das körnige Gefüge des Syenits wird mitunter schiefrig, namentlich wenn das Korn des Gesteins klein ist, und es entsteht der *Syenitschiefer*.

Uebergänge bildet der Syenit in Granit, Gneis, Grünstein und Hornblendegestein. Er verwittert gewöhnlich ziemlich stark, weil nicht nur der Feldspath, sondern auch die Hornblende durch abwechselnde Feuchtigkeit und durch die Luft beträchtlich angegriffen wird. Das Gestein zerspaltet, beschlägt rostfarbig, der Feldspath verwandelt sich in eine thonige Masse, und ebenso die Hornblende, welche, vermöge ihres Gehaltes an Eisen, oder der Beimengung von Schwefelkies und Magneteisenstein, dem Ganzen eine braunrothe oder gelbe Farbe ertheilt.

Man wendet den Syenit als Chauseematerial und als Baustein an, auch eignet er sich in seinen kleinkörnigen Abänderungen, zumal der mit rothem Feldspathe, sehr gut zu architektonischen Verzierungen und zur Construction von Monumenten, wie die zahlreichen und schönen Monumente Oberegyptens, die grosse Säule zu Alexandrien u. s. w. lehren, welche sämmtlich aus Syenit construirt sind, der bei Künstlern und Alterthumsforschern gewöhnlich unter dem Namen rother oder *egyptischer* Granit bekannt ist. Der Syenit des plauischen Grundes wird in Dresden als Pflasterstein benützt. Aus ihm besteht auch *Moreau's* Monument zu Räcknitz, und die Riesensäule auf dem Felsenmeere am Melibokus, dessen übereinander gestürzte Blöcke demselben Gesteine angehören. Er bildet bei der Verwitterung eine gute Ackererde.

10. Gestein. Miascit.

Grobkörnig verwachsenes Gemenge, aus weissem *Feldspath*, schwarzem, in dünnen Blättchen lauch-grünem *einaxigen Glimmer* und aus graulichweissem *Eläolith* zusammengesetzt. Das Gemenge, in welchem der Feldspath immer gegen den Eläolith vorherrscht, ist grobkörnig und zuweilen grosskörnig. Der Glimmer, immer, obwohl in etwas verschiedener Menge vorhanden, erscheint theils unregelmässig nach allen Richtungen vertheilt, theils in einzelne dünne Lagen zwischen die beiden andern Gemengtheile geordnet, wodurch das Gestein ein gestreiftes Ansehen erhält. Im Ganzen hat das Gestein, bei der Aehnlichkeit des Eläolith mit dem Quarz auch eine grosse Aehnlichkeit mit dem Granit. Es fehlt aber jede Spur von Quarz, der für diesen so charakteristisch ist. Von einzelnen Mineralvorkommnissen zeichnen den Miascit besonders folgende aus: *Glimmer, einaxiger*, in Fuss grossen Tafeln; *Zirkon* in grossen gelben Krystallen; *Ilmenit*, zuweilen in 3½ Zoll breiten Krystallen; *Apatit* in gelben abgerundeten Krystallen; *Flussspath*, in violblauen derben und undeutlich krystallisirten Parthieen; *Sodalith* von schön saphyrblauer Farbe in kleinen, spaltbaren

Stücken und *Cancrinit*, die merkwürdige Verbindung eines dem Eläolith gleichkommenden Silicats, mit dem gewöhnlichen Carbonat des Kalkes, das wir Kalkspath nennen. Der Name dieses Gesteins ist nach seinem Vorkommen bei dem Hüttenwerke Miask im Ilmengebirge und längs des Flusses Mias gebildet.

Durch Abnahme und endliches Verschwinden des Eläoliths aus dem Gemenge und Hinzutreten von Albit, verläuft der Miascit in eine eläolithfreie Abänderung. In seiner Stellung zu Granit und Gneis erscheint er als ein Mittelglied zwischen beiden. In der eläolithfreien Abänderung kommen besonders die merkwürdigen Mineralien vor, welche das Ilmengebirge so berühmt gemacht haben, als: *Pyrochlor, Monacit, Aeschynit, Korund, Zircon, Titanit u. n. a.*

11. Gestein. Gneis.

Krystallinisches, *schiefriges* Gemenge von Feldspath, Quarz und Glimmer. Feldspath und Quarz sind mit einander zu einem körnigen Gemenge verbunden, *parallele Glimmerlagen* sondern dasselbe in Streifen und geben dem Gestein das schiefrige Gefüge. Der Feldspath waltet gewöhnlich vor.

Der Feldspath des Gneises hat gewöhnlich eine graue oder weisse Farbe, seltener eine rothe, und am seltensten zeigt sich dichter Feldstein. Der Quarz ist in der Regel grau und in geringer Quantität vorhanden, manchmal fehlt er ganz. Der Glimmer bildet nach dem Feldspath den Hauptgemengtheil, erscheint in Blättchen und Schuppen von gelber, brauner, grauer und schwarzer Farbe, und ist meistens Kali-, seltener Magnesia-Glimmer.

Je grösser das Korn und die Quantität des Feldspaths und Quarzes ist, um so unvollkommener ist die schiefrige Structur; je kleiner dagegen das Korn jener und je mehr Glimmer vorhanden ist, um so ausgezeichneter ist die Schieferung. Der Bergmann sagt für schiefrig gar oft *flasrig*, und unterscheidet so *dünn-* und *grobflasrigen* Gneis. Zuweilen bilden Feldspath und Quarz einzelne Nester oder Knauer, um welche sich der Glimmer zusammenzieht, und so entsteht die Abänderung des Gneises, die man die knotig- und krummschiefrige nennt. Manchmal ist er auch verworren schiefrig, wenn Feldspath und Quarz stark vorherrschen und die Glimmerblättchen nicht durchaus eine parallele Lage haben. Er wird dann selbst stellenweise körnig und stellt so die in Granit verlaufende Abänderung dar, die man *granitischen* Gneis nennt und die bedeutende Gebirgsmassen zusammensetzt, wie z. B. einen grossen Theil des schwedischen Grundgebirges. Sehr selten ist es der Fall, dass in der Gneismasse auskrystallisirte Feldspathkrystalle liegen

und ihr ein *porphyrartiges* Ansehen geben; öfters findet man dagegen Feldspath und Quarz mit einander gemengt in Schnüren und Trümmern ausgesondert, und nicht selten Nester von Glimmer. An der Stelle des Glimmers erscheint hin und wieder Chlorit, auch Talk, öfters *Hornblende*, sehr selten Graphit. Wenn Hornblende an die Stelle des Glimmers tritt, so ist das Gestein ausserordentlich fest und zähe, und erschwert darin getriebene bergmännische Arbeiten auf eine ungewöhnliche Weise. Eisenoxyd färbt den Gneis zuweilen roth.

Als fremdartige Beimengungen sind besonders Pinit, Granat, Olivin, Schwefelkies und Turmalin zu bemerken. Uebergänge bildet das Gestein in Granit, Syenit, Weissstein, Grünstein und Glimmerschiefer, Chlorit und Talkschiefer. Die feldspathreichen Abänderungen verwittern ziemlich stark, zerfallen in Grus und allmählig zu einer thonigen gelben Masse. Die quarzreichen Abänderungen bleiben dagegen lange unversehrt und erleiden nur eine mechanische Zerstörung.

Der Gneis wird vorzüglich als Baustein, Pflasterstein und als Chausseematerial angewendet. Zu Freiberg in Sachsen und zu Freiburg im Breisgau sieht man ihn häufig zu Bauten benützt. Nach Versuchen, welche der Maschinendirektor BRENDEL zu Freiberg über die rückwirkende Kraft des Freiberger Gneises angestellt hat, wobei Gneis aus dem Steinbruche unweit des Lorenzschachtes bei der Halsbrücke angewendet wurde, brach feinblättriger Gneis von 2.69 sp. Gew. und $1271\,^{1}/_{19}$ Quadratmillimeter Querschnitt, bei einer Belastung von 4513.4 Kilogrammen; etwas gröberer, quarzreicherer Gneis von 2.70 sp. Gew. und $1272\,^{28}/_{31}$ Quadratmillimeter Querschnitt brach bei einer Belastung von 3898 Kilogrammen; grobblättriger Gneis mit etwas verwittertem Feldspath, von 2,63 sp. Gew. und $1351\,^{1}/_{2}$ Quadratmillimeter Querschnitt brach bei einer Belastung von 3152.4 Kilogrammen; sehr grobblättriger, fester Gneis von 2.65 sp. Gew. und $1090\,^{10}/_{11}$ Quadratmillimeter Querschnitt brach bei einer Belastung von 3642 Kilogrammen. Die rückwirkende Festigkeit dieses Gneises ist daher, mit Hinweglassung des, verwitterten Feldspath einschliessenden grobblättrigen Gneises, im Durchschnitt für 1 Quadratmillimeter Querschnitt in Kilogrammen = 3.4609. Der aus der Verwitterung des Gneises hervorgehende Boden ist sehr fruchtbar.

12. Gestein. Feldstein.

Feldsteinmasse, doch nur selten rein, oft mit beigemengten Quarzkörnern und kleinen Feldspathkrystallen, wodurch das Gestein *Porphyr-Structur erhält.*

Man sieht den Feldstein selten anders als mit Porphyr-Structur. Die beigemengten Quarzkörner haben eine graue Farbe und liegen in der Regel ziemlich gleichförmig in der Feldsteingrundmasse ver-

theilt. Mitunter ist der Quarz in Bipyramidaldodekaëdern krystallisirt. Die Feldspathkrystalle sind im Allgemeinen von einer lichteren Farbe, als die Grundmasse, klein, selten über einen Zoll gross, und in der Regel Zwillinge. Oefters ist die Ausbildung der Krystalle unvollkommen, man sieht bloss krystallinische Theile von Feldspath, und sowohl Krystalle als krystallinische Theile befinden sich zuweilen in einem mehr oder weniger aufgelösten Zustande. Die Grundmasse, hin und wieder schiefrig, hat gewöhnlich eine graue oder rothe Farbe, und wenn diese intensiv und rein ist, die eingeschlossenen Feldspathkrystalle weiss sind, so hat das Gestein ein sehr schönes Aussehen, wie der rothe egyptische Porphyr zeigt. Der Feldsteinporphyr von Salurn im Etschthal ist so ausgezeichnet dünnschieferig, dass er zu Dachungen verwendet wird.

Die reinere Grundmasse schmilzt zu einem weissen blasigen Glase; eine grössere Beimengung von Kieselerde macht, dass sie in der Hitze bloss frittet. Man bemerkt diesen Unterschied nicht selten an Splittern von einem und demselben Handstücke, und hat somit alle Ursache, die dichte Feldsteinmasse für ein unreines, feldspathiges Gestein zu betrachten, was die folgenden Analysen bekräftigen.

	Kieselerde.	Thonerde.	Kali.	Natr.	Kalk.	Bittererde.	Eisenoxyd.	Wasser.
Feldstein [1]) von Güldenhain bei Altenbrück, nach *Dumenil* .	64.25	15.5	1.72	5.05	—	4.0	7.26	2.02
Feldstein von Siebenlehn, nach *Klaproth*	51.0	30.5	—	4.0	11.25	—	1.75	—
Feldstein (Hälleflinta) von Sala, nach *Berthier*	79.5	12.2	—	6.0	—	1 1	0 5	—
Feldstein von Gryphytta, nach *Clarke*	75.0	22.0	—	—	—	—	Manganox. 2.5	0.5
Grundmasse des Feldstein-Porphyrs von Kreuznach, nach *E. Schweizer*	70.50	13.50	5.50	3.55	0.35	0.40	5.50	0.77 [2])

1) Grundmasse eines *schiefrigen* Feldsteinporphyrs. — 2) Chlor 0.10.

Von fremdartigen Beimengungen sind besonders Glimmer, Hornblende und Schwefelkies zu erwähnen. Durch das Ueberhandnehmen von Quarz, Glimmer und Feldspathkörnern erhält das Gestein manchmal ein granitartiges Ansehen und verläuft in den beim Granit beschriebenen Euritporphyr. Auch bemerkt man Uebergänge in Weissstein, Syenit und in eine dem Hornsteinporphyr ähnliche Masse, die Manche *Petrosilex* nennen.

Der *Pyromerid* der französischen Geognosten, den man bisher nur auf Corsika gefunden hat, ist wohl nur eine Abänderung des Feldsteinporphyrs. Er besteht aus einer Grundmasse von Feldstein, in welcher Kugeln von einem Gemenge aus Feldspath und Quarz eingeschlossen sind. Die Kugeln, von ½ bis 4 Zoll im Duchmesser, oftmals in die Länge gezogen, liegen bald einzeln zerstreut, bald zusammengehäuft und zuweilen zu mehreren zusammengewachsen

in der Feldsteinmasse, und bestehen vorzüglich aus strahligen, durch Quarzlager von einander geschiedenen Feldspaththeilen, seltener bestehen sie aus Feldstein, der in Lagen abgetheilt ist, zwischen welchen, zumal nach Aussen, Quarz liegt. Die Kugeln sind manchmal sowohl im Innern als nach aussen, von Eisen gefärbt. Als fremdartige Beimengung erscheinen hin und wieder Brauneisensteinkrystalle.

Der Verwitterung widersteht der Feldsteinporphyr im Allgemeinen ziemlich lange. Schneller werden die Abänderungen angegriffen, welche viele Feldspathkrystalle enthalten. Das Gestein zerspringt nach und nach und bildet ein Haufwerk eckiger Stücke, das sich nur sehr langsam in eine Erde verwandelt, die in der Regel der Vegetation ungünstig ist.

Man wendet den Feldsteinporphyr vorzüglich zu architektonischen Verzierungen, zu Platten, Säulen, Untersätzen und Fussgestellen, zu Urnen und Vasen und zu Reibsteinen an. Der rothe Porphyr, den man so oft an den Kunstdenkmalen des Alterthums vollkommen frisch*) erhalten sieht, wurde in Egypten gewonnen. Im Vatican zu Rom stehen aus ihm gefertigt zwei schöne grosse Vasen und ein Sarkophag, in der Marcuskirche zu Venedig einige ausgezeichnet schöne Säulen, und in der Academie daselbst ist in einer kleinen Urne aus antikem rothen Porphyr das Herz und die Rechte *Canova's* aufbewahrt. Zu Elfdalen in Schweden wird nebst dem Hornstein- und Kieselschiefer-Porphyr auch Feldstein-Porphyr verarbeitet.

13. Gestein. Klingstein (Phonolith).

Dichtes Gemenge, aus einem Kali- oder Natron-Feldspath, oder aus beiden, und aus einem Zeolith zusammengesetzt, in welchem diese Gemengtheile in einem sehr verschiedenen Verhältnisse und so innig mit einander verbunden sind, dass man sie mit dem Auge nicht unterscheiden kann. Spec. Gew. 2. 5 . . . 2. 7. Structur plattenförmig, mehr oder weniger vollkommen, doch stets unterbrochen, so dass die Flächen, nach welchen die Platten auf einander liegen, zwar parallel sind, aber nicht in einerlei Ebene fortliegen. Die Platten sind mitunter so dünn und vollkommen, dass sie bei zwei Linien Stärke beinahe einen Quadratfuss Fläche besitzen.

Das Gestein hat gewöhnilch eine graue, bald ins Braune, bald ins Grüne und Schwarze verlaufende Farbe, einen splittrigen oder muschligen Bruch, gibt sehr scharfkantige Bruchstücke, ist an den

*) Die verarbeiteten Gesteine mit glatter Oberfläche widerstehen der Verwitterung durchaus viel länger, als die rohen Gesteine.

Kanten durchscheinend und gibt in dünnen Platten beim Anschlagen einen Klang, woher es den Namen hat. Zu Pulver zerrieben, bildet es mit concentrirter Salzsäure eine Gallerte, und ein Theil des Pulvers bleibt unangegriffen. Der Zeolith wird hierbei aufgelöst und der Feldspath bleibt.

Ch. Gmelin hat eine Reihe von Analysen verschiedener Klingsteine mitgetheilt, welche die Natur dieses Gesteines aufhellten, über welche uns die an sich sehr schätzbaren Arbeiten von Klaproth, Struve und Bergmann noch etwas im Dunkel gelassen hatten. Er fand in 100 des Klingsteins von Hohenkrähen im Högau 44.90 Feldspath, 55.10 Zeolith, von der Pferdekuppe an der Röhn 81.31 Feldspath, 18.69 Zeolith, von Abtsrode in Hessen 84.16 Feldspath 15.84 Zeolith. H. Meyer fand im Klingstein von Marienberg bei Aussig 62.53 feldspathige Masse und 37.47 zeolitische; *Redtenbacher* in dem von Whisterschan bei Töplitz, 51,03 feldspathige Theile und 48.97 zeolitische. Der Feldspath dieser Klingsteine ist so zusammengesetzt, dass ihm die Formel $\left.\begin{matrix} KO \\ NaO \end{matrix}\right\} 3SiO_2 + Al_2O_3,\ 3\ SiO_2$ zukommt. Der Zeolith ist Natronzeolith. Folgende Tabelle zeigt die Zusammensetzung des ganzen Gesteins nach mehreren Analysen von Ch. Gmelin, Struve, Klaproth, Bergmann, Meyer und Redtenbacher, und die im Ganzen ziemlich grosse Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des Gesteins von sehr verschiedenen und unter sich sehr entfernten Orten.

	Kieselerde.	Thonerde.	Kali.	Natr.	Kalk.	Eisenoxyd.	Manganox.	Wasser.
Klingstein von Hohenkrähen	53.70	19.73	7.24	7.43	1.46	3.55	1.09	3.19[6])
von der Pferdekuppe .	61.879	18.493	3.678	6.720	1.231	3.824	0.512	1.342
von Abtsrode, nach *Ch. Gmelin*	61.901	17.747	8.275	6.182	0.029	3.806[4])	0.774	0.666
von Brüx in Böhmen, nach *Struve* . . .	57.70	22.80	3.45	9.70	1.05[1])	Eisenoxydul. 4.25	—	—
vom Donnersberg bei Milleschau, n. *Klaproth*	57.25	23.50	—	8.10	2.75	3.50	—	3.0
aus der Auvergne, nach *Bergmann*	58.0	24.5	—	6.0	3.5	4.5	—	2.0
von Whisterschan, nach *J. Redtenbacher* . .	54.090	24.087	4.244	9.216	0.687[2])	1.248[5])	—	3.279
von Marienberg, nach *H. Meyer*	56.652	16 941	9.519	2.665	1 946[3])	3.905	—	4.993

1) Talkerde 0.55. — 2) Talkerde 1.379. — 3) Talkerde 1.697. — 4) Titansäure 0.098. — 5) Kupferoxyd 0.012. — 6) Schwefelsäure 0.12.

Neben dem Zeolith kommen indessen manchmal noch andere zeolithartige Mineralien vor. So in dem Klingstein von Marienberg bei Aussig und in dem von Oberschaffhausen am Kaiserstuhl *Apophyllit;* in dem Klingstein von Bötzingen und Eichstädt am Kaiserstuhl *Analcim* Charakteristisch ist die gänzliche Abwesenheit von Quarz.

Eine ganz gewöhnliche Beimengung ist der glasige Feldspath, wodurch das Gestein oft porphyrartig wird. Eine Klingsteinabänderung mit glasigem Feldspath und schiefrigem Gefüge hiess auch früher *Porphyrschiefer*. Ueberdiess erscheinen als Beimengungen Augit, Hornblende und Magneteisen; Zeolith ist häufig in Trümmern und Schnüren ausgesondert; Apophyllit, Chabasie und Analcim in Drusen, oder diese liegen stellenweise in kleinen Krystallen durch die Masse des Gesteins verbreitet. Man bemerkt Uebergänge in Trachyt und Basalt. Das Gestein wird von der Witterung um so weniger angegriffen, je geringer die in ihm enthaltene Quantität von Zeolith ist. Es bleicht aus, wird lichtgrau, mürbe, zerspringt in kleine Stücke, welche die Abhänge der Berge überdecken und steinig machen und nur sehr langsam zerfällt es nach und nach, indem es sich in eine dem Pflanzenwachsthum, namentlich dem Getreide-, Obst-, Wald- und Weinbau, sehr günstige Erde verwandelt. Bei der Verwitterung wird der Zeolith ganz oder zum grössten Theile abgeschieden, und davon rührt es, dass die verwitterten Abänderungen des Gesteins bei der Analyse einen grösseren Kaligehalt zeigen, als die frischen Abänderungen. Im Zeolith ist das Natron, im Feldstein das Kali überwiegend, und so wächst bei der Verwitterung die *relative* Menge des letzteren.

Man kann den Klingstein im gepulverten Zustande zu Wassermörtel anwenden. Auch wird er als Chausseematerial und zu Deck-, Brücken- und Trottoirsteinen verwendet, auch zu verschiedenen Bauten benutzt, wie man in Böhmen, am Kaiserstuhl und im Högau sieht, woselbst die nunmehr demolirte Festung Hohentwiel zum grossen Theile daraus erbaut war.

14. Gestein. Trachyt.

Feldspathige Grundmasse, von rauhem, mattem Ansehen, in welcher Krystalle von *glasigem Feldspath* oder *Rhyakolith* liegen.

Von allen Gesteinen zeigt der Trachyt die grössten Verschiedenheiten, die mannigfaltigsten Abänderungen, und desshalb ist auch eine richtige Charakteristik desselben so schwer, ja ich möchte sagen zur Zeit kaum möglich, da derselbe noch gar keiner hinreichenden Anzahl chemischer Untersuchungen unterworfen worden ist, und die vorhandenen Beschreibungen, bei aller ihrer Länge, die Natur des Gesteins nicht aufgehellt haben. Ich habe daher vor allen Dingen eine Analyse einer so viel wie möglich gleichförmigen Abänderung eines anerkannten Trachytes für nöthig erachtet, und C. Holzmann veranlasst, in meinem Laboratorium einen sehr reinen Trachyt vom Siebengebirge zu analysiren. In neuester Zeit hat auch Abich die Grundmasse des Trachyts einer siebengebirger Modification analysirt.

Trachyt vom Fusse des Gringelberges im Siebengebirge, nach C. Holzmann.

Kieselerde	65.63
Thonerde	20.52
Kali	11.75
Eisenoxyd	3.32
Summe	101.22

Grundmasse des Trachyts vom Drachenfels, nach Abich.

Kieselerde	67.09
Thonerde	15 63
Kali	3.56
Natron	5.07
Kalkerde	2.25
Talkerde	0.97
Eisenoxydul	4.59
Titansäure	0.33
Flüchtige Theile	0.45

Die Uebereinstimmung, welche die Grundmasse dieser Trachyte mit der Zusammensetzung von Feldspathen zeigt, ist sehr gross und berechtiget zu obiger Annahme.

Für die Ansicht mehrerer Naturforscher, nach welchen der Trachyt ein durch Dämpfe umgewandelter Granit ist, in welchem der Quarz bis zur Unkenntlichkeit zersprengt worden, spricht gar nichts. Der Grundmasse sind häufig verschiedene Mineralien beigemengt, und daher kommt es, dass sie von Einigen für ein Gemenge gehalten worden ist.

Das Gestein hat gewöhnlich eine graulichweisse Farbe, doch kommen auch nicht selten aschgraue, röthliche, grünliche, bräunliche und schwärzliche Färbungen vor. Sein sp. Gew. variirt von 2.4 bis 2.7.

Man unterscheidet:

a. Gewöhnlichen Trachyt.

b. Andesit.

a. Beim gewöhnlichen, zumal in Europa verbreiteten Trachyt, ist die Grundmasse in der Regel derjenigen des Klingsteins gleich, nämlich ein Feldspath, dessen Zusammensetzung oft die eines Kali-Natron-Feldspaths, aber gewöhnlich die des Albits und des glasigen Feldspaths, oder Rhyakoliths ist. Es charakterisirt insbesondere letzterer, dessen Zusammensetzung $=$ (KO, NaO, CaO), $SiO_2 + Al_2O_3, 2\ SiO_2$ ist, den gewöhnlichen Trachyt, in welchem neben diesem Feldspath Glimmer, Hornblende und Augit vorkommen. Im Trachyt vom Drachenfels im Siebengebirge ist die Grundmasse aus einem kalkhaltigen Kalifeldspath und aus einem Albit zusammengesetzt; sie zeichnet sich durch einen Reichthum an Kieselerde aus, die bisweilen als reiner Quarz ausgeschieden auftritt. Das zeigt sich besonders beim Trachyt von der Perlnhardt, in welchem kleine Hexagondodekaëder von Quarz liegen.

Als Varietäten werden unterschieden:

Körniger Trachyt. Die Grundmasse besteht aus einer Verbindung einzelner Körner der feldspathigen Masse, und zuweilen aus lauter Körnern von glasigem Feldspath. Diese Abänderung ist

besonders spröde, fühlt sich von allen am rauhesten an und besitzt den meisten Glanz.

Porphyrartiger Trachyt (Trapp-Porphyr). In einer feinkörnigen oder dichten Trachyt-Grundmasse liegen einzelne Krystalle von glasigem Feldspath.

Blasiger Trachyt. Es befinden sich in der Grundmasse zahlreiche kleine, runde oder eckige, zuweilen in die Länge gezogene Blasenräume, deren Wandungen theils verglast, theils von kleinen Krystallen verschiedener Mineralien überkleidet sind.

Schlackenartiger Trachyt. Die Grundmasse befindet sich in einem halbverglasten, schlackenartigen Zustande und hat einen grossmuschligen Bruch. Sie ist häufig voll Blasen.

Dichter Trachyt. Die feldspathige Grundmasse ist dicht und von splittrigem Bruche. Das Gestein riecht beim Anhauchen schwach thonig.

Erdiger Trachyt. Erdige, weiche, oft zerreibliche Grundmasse, die beim Anhauchen stark thonig riecht (Domit).

b. Andesit.

Körnig verwachsenes Gemenge, aus einer vorwaltenden *feldspathigen* Grundmasse und krystallisirter *Hornblende* zusammengesetzt, mit eingeschlossenen Krystallen von *glasigem Feldspath.* Sp. Gew. 3.59. Die Grundmasse besteht entweder aus einer Verbindung von 1 Atom kalkhaltigem Feldspath und 1 Atom reinem Albit, oder aus einer eigenthümlichen Feldspath-Grundmasse, die durch das *Andesin* genannte Glied der Feldspathreihe, constituirt wird. Nachstehende Analyse zeigt seine Zusammensetzung $=$ (KO; NaO; Cao, MgO), $SiO_2 + Al_2O_3$, 3 SiO_2.

	Kieselerde.	Thonerde.	Kali.	Natr.	Kalk.	Talkerde.	Eisenoxyd.	Summe.
Andesin von Marmato, nach *H. Abich*	59.60	24.28	1.08	6.53	5.77	1.08	1.58	99.92

Sp. Gew. $=$ 2.73; schmilzt leichter als Albit, leuchtet intensiv in der Weissglühehitze und gibt ein milchiges poröses Glas.

Die fremdartigen Beimengungen, von denen insbesondere Glimmer, Augit, Hornblende und Magneteisen genannt werden müssen, modificiren, je nach ihrer Frequenz, die Beschaffenheiten des Gesteins auf mannigfaltige Weise. Seltener enthält der Trachyt Quarz, Harmotom, Sphen, Granat, Hauyn, Kalkspath, Schwefelkies und Eisenglanz.

Der Trachyt verläuft in Klingstein, so wie in Perlstein, Pechstein und Obsidian, und insbesondere steht die schlackenartige Abänderung den letzteren Gesteinen sehr nahe.

Der Verwitterung widersteht er im Allgemeinen sehr wenig. Er wird mürbe, erdig. Die Feldspathkrystalle der porphyrartigen Abänderung fallen heraus, und nach und nach verwandelt sich

das ganze Gestein in eine fruchtbare, der Vegetation sehr günstige Erde.

Man benützt den Trachyt als Chausseematerial und zu Bauten. Doch eignet er sich namentlich zu grossen Bauten nicht gut, wegen der Leichtigkeit, mit welcher er verwittert. Der Cölner Dom, der aus dem porphyrartigen Trachyt des Drachenfels im Siebengebirge erbaut ist, gibt dafür ein Beispiel. Reine, weisse, metallfreie Abänderungen können mit Vortheil zur Glasur von Steinwaaren benützt werden.

15. Gestein. Pechstein (Stigmit).

Pechsteinmasse. Der Pechstein steht einerseits in naher Beziehung zum Feldsteinporphyr, von dem der sächsische öfters Kugeln bis zu zehn Fuss Grösse einschliesst, die im Innern zuweilen Chalcedon und Quarzdrusen enthalten, andererseits zum Perlstein und Trachyt. Er enthält Kali und Natron.

Im Pechstein aus dem Triebischthal bei Meissen fand ERDMANN:

Kieselerde	75.600	Eisenoxyd	1.200
Thonerde	11.600	Kali und Natron	2.772
Kalkerde	1.353	Wasser	4.733
Talkerde	6.690		

Der als Gestein in grossen Massen vorkommende Pechstein hat häufig Porphyr-Structur. Graulichweisse kleine Krystalle von glasigem Feldspathe liegen meistens einzeln zerstreut, seltener zu sternartigen Parthieen vereinigt, in der Pechsteingrundmasse. Von anderen fremdartigen Beimengungen sind besonders Quarz, Augit, Hornblende und Glimmer zu nennen, doch kommen diese ungleich seltener vor, als die Feldspathkrystalle. Man bemerkt ein Verlaufen des Pechsteins in Feldstein, sodann in schlackenartigen Trachyt, in Perlstein und Obsidian. Durch Einwirkung von Luft und Wasser zerspringt der Pechstein an der Oberfläche, seine Farbe verbleicht, es lösen sich schalige Stücke ab, die Masse zerfällt in ein Haufwerk scharfkantiger Stücke, die sich allmählig weiter zertheilen und in eine thonige, plastische Erde verwandeln, die der Vegetation nicht günstig ist.

16. Gestein. Perlstein (Perlite).

Perlsteinmasse. Der Kali- und Natrongehalt des Perlsteins, so wie sein Vorkommen mit Trachyt, weisen auf seine Beziehungen zu demselben hin.

Das Gestein ist durch die kugelige und schalige Absonderung ausgezeichnet, vermöge welcher es als ein Aggregat von rundlichen Massen erscheint. Oefters findet man den Perlstein porös,

blasig, und die Blasen zuweilen so gehäuft, die Wandungen derselben so dünn, dass das Gestein schwammig wird. Von fremdartigen Beimengungen erscheinen, doch nur selten, Glimmer, Quarz und Granat. Kleine, undeutliche Feldspathkrystalle ertheilen dem Perlstein hin und wieder ein porphyrartiges Ansehen. Man kennt Uebergänge dieses Gesteines in Trachyt, Pechstein, Obsidian und Bimsstein. Die unzähligen kleinen Risse, von welchen der Perlstein vermöge seiner Structur durchsetzt ist, führen ein ziemlich schnelles Zerfallen seiner Masse herbei, wenn die Atmosphäre frei auf ihn einwirkt, und er verwandelt sich nach und nach in einen fetten, plastischen Thon voll Infusorien, welchen die asiatischen Russen, die auf dem marekanischen Gebirge und um das ochotzkische Meer wohnen, verspeisen sollen.

17. Gestein. Obsidian (Lave vitreuse).

Obsidianmasse. Die Obsidiane zeigen zwar mancherlei Abänderungen in ihrem chemischen Bestand, aber dennoch durch denselben und durch ihr Vorkommen, die Abhängigkeit von Trachyt an. Der Natrongehalt ist gewöhnlich vorwaltend über den Kaligehalt; im Obsidian von der Insel Procida ist das Verhältniss des Natrons zum Kali wie 6.09 : 4.35; im Obsidian von Teneriffa wie 10.63 : 3.50 nach Abich. Im Obsidian von Pasco fand Berthier 5.08 Natron und kein Kali. Im Obsidian von Telkebanya fand dagegen Erdmann kein Natron, aber 6.4 Kali, und beinahe denselben Kaligehalt fand Vauquelin im mexikanischen Obsidian vom Messerberg, nahe bei der Hauptstadt.

Durch Krystalle von glasigem Feldspath wird der Obsidian oftmals porphyrartig. Auch kommen Krystalle von Augit, Glimmerblättchen, Körner von Quarz, als Seltenheit Krystalle von Chrysolith, und zuweilen auch rothe und bräunliche Bruchstücke von Trachyt und Perlstein in ihm vor. Manchmal ist das Gestein von Blasenräumen erfüllt, die gewöhnlich nach einer Richtung in die Länge gezogen sind und sich zuweilen so anhäufen, dass die Masse schwammig wird. Auch hat man in einigen Abänderungen von Obsidian kleine graulichweisse Körner mit muschligem Bruche gefunden, die dem Perlstein anzugehören scheinen. Man bemerkt Uebergänge des Obsidians in Trachyt, Pechstein, Perlstein, Bimsstein, und auch zuweilen in Basalt.

Die Atmosphäre hat eine eigenthümliche Einwirkung auf das Gestein. Es lösen sich von seiner Oberfläche dünne Blättchen ab, und diese zeigen oftmals die Beschaffenheit des blinden Glases, werden silberweiss und metallartig glänzend; oder das Gestein erhält, zumal wenn es porös ist, einen röthlichen Beschlag von Eisenoxyd.

18. Gestein. ***Bimsstein.***

Bimssteinmasse. Der Bimsstein ist das Product der Schmelzung natronreichen Trachyts; derjenige von Ischia, sowie derjenige der Campi Flegrai enthält nach Abich 6.21 Procent Natron und 3.98 Procent Kali. Das Mittelglied zwischen Trachyt scheint jene obsidianartige, wahrscheinlich unter starkem Druck gebildete Masse des sogenannten *glasigen Trachyts* zu sein.

Beigemengte Krystalle von glasigem Feldspath geben dem Gestein oftmals ein porphyrartiges Ansehen, und zuweilen häufen sie sich so sehr an, dass sie die Hauptmasse desselben bilden. Ausserdem erscheinen als fremdartige Beimengungen Augit, Glimmer, Magneteisenstein und Hornblende.

III. Reihe. Glimmergesteine.

Gesteine, die zum charakterisirenden Gemengtheil *Glimmer*, oder die dem Glimmer verwandten Mineralien, *Chlorit* oder *Talk* haben. Sie zeichnen sich durch ein schiefriges Gefüge aus.

19. Gestein. Glimmerschiefer (***Micaschiste***).

Gemenge von *zweiaxigem Glimmer* und *Quarz*, bei welchem die Glimmerblättchen in paralleler Lage unmittelbar aneinander stossen, den Quarz einhüllen und in der Regel vorherrschen, wobei das Gestein eine mehr und weniger vollkommen schiefrige Structur besitzt.

Die Beschaffenheit des Glimmerschiefers ist mannigfaltig. Die Farbe wird durch den charakterisirenden, gewöhnlich vorherrschenden, Gemengtheil bestimmt, und wenn nun der Glimmer weiss, braun, gelb, grau, grün oder schwarz ist, so hat auch das ganze Gestein diese Farbe. Manchmal liegen einzelne Glimmerkrystalle in der Masse ausgesondert. Der Quarz, gewöhnlich grau, liegt in einzelnen Körnern zwischen den Glimmerlagen, und ist dann kaum wahrzunehmen, oder in dünnen Blättchen, die zuweilen im Zickzack gewunden sind. Auch bildet der Quarz hin und wieder ellipsoidische Massen und wirkliche Kugeln, um welche sich die Glimmerblättchen zusammenziehen, und dadurch wird das gewöhnlich geradschiefrige Gestein wellenförmig schiefrig. Dünnschiefrig ist es bei vorherrschendem Glimmer; je mehr der Quarz überhandnimmt, um so dickschiefriger wird es. Der quarzreiche, selten vorkommende, Glimmerschiefer hat Aehnlichkeit mit schiefrigem Quarzfels und eine lichtgraue oder gelblichgraue Farbe. Die Quarzlagen wechseln

gewöhnlich regelmässig mit den Glimmerlagen. Statt des Glimmers erscheint zuweilen *Chlorit* oder *Talk* in grösserer und kleinerer Menge, und die Farbe des Gesteins verläuft dann ins Grüne oder ins Weisse. Bisweilen vertreten Blättchen von Graphit den Glimmer. An fremdartigen Beimengungen ist der Glimmerschiefer reicher, denn irgend eine andere Gebirgsart. Ganz besonders häufig findet man in ihm Granat in Körnern und Krystallen von sehr verschiedener Grösse, und öfters in solcher Frequenz, dass seine Oberfläche wie mit Granat besäet aussieht und dass dieser den Quarz verdrängt. Namentlich sind die glimmerreichen, dünnschiefrigen, Chlorit oder Talk führenden Abänderungen des Glimmerschiefers granatreich. Feldspath, öfters mit Quarz und Glimmer gemengt, liegt auch hin und wieder in Krystallen, mehr und minder häufig in dem Gesteine, und ertheilt ihm Porphyr-Structur (porphyrartiger Glimmerschiefer). Ueberdiess findet man Hornblende, Turmalin, Cyanit, Staurolith und noch viele andere Mineralien beigemengt.

Der Glimmerschiefer verläuft in Thonschiefer, Gneis, Talk- und Cloritschiefer. Die Atmosphärilien bewirken eine Auflockerung des Gesteines, vermöge welcher es nach und nach in kleine scheibenförmige Stücke oder in Blättchen zerfällt.

Man benutzt den Glimmerschiefer auf ähnliche Weise, wie den Gneis; die quarzreichen dickschiefrigen Abänderungen liefern einen guten Baustein und sind feuerbeständig. Eine solche bei *Schwarzenberg* in Sachsen vorkommende Abänderung wurde früher zur Herstellung des Schmelzraums, den man in der hüttenmännischen Sprache das *Gestell* heisst, verwendet, und darauf bezieht sich der Name *Gestellstein*, den einige ältere Schriftsteller diesem Gestein gegeben haben.

20. Gestein. Chloritschiefer (Schiste chloriteux).

Chlorit, mehr und weniger rein, häufig mit Quarzkörnern und oftmals mit Thon gemengt, von schiefrigem Gefüge, lauch- und berggrüner Farbe. Die Chlorittheile sind in Form schuppiger oder schaliger Zusammensetzungsstücke fest mit einander verwachsen.

Mit dem Chlorit oftmals innig verbundener Talk, macht die Farbe lichter und ertheilt dem Chloritschiefer nicht selten einen silberartigen Schein. Zuweilen liegt der Talk in Krystallen in der Masse, und auch Blättchen von Glimmer sind mitunter eingemengt und geben dem Gestein ein gesprengeltes Ansehen. Es ist gewöhnlich dünn-, und beinahe durchgehends wellenförmig schiefrig, und diese Structur zeigt sich oft noch an einzelnen kleinen Stückchen, so dass innerhalb der grösseren Wellenbiegungen unendlich viele kleinere liegen. Nimmt der Quarz überhand, so wird die Structur dickschiefriger, die Farbe zieht ins Graue und es liegen häufige Quarzadern in der Masse. Oft liegt der Quarz in

parallelen Lagen zwischen dem Chlorit. Tritt noch Feldspath hinzu, so hat das dick- und unvollkommen schiefrige Gestein Aehnlichkeit mit Gneis und eine ansehnliche Festigkeit. Von den fremdartigen Beimengungen sind besonders Magneteisenstein und Granat zu bemerken. Der Magneteisenstein ist in manchem Chloritschiefer, wie z. B. im tyroler, in schönen oktaëdrischen einfachen Krystallen und in Zwillingen eingewachsen; der Granat liegt manchmal, wie in Böhmen und Norwegen, in kleinen Krystallen, etwa von der Grösse eines Hirsekorns, und dann gemeiniglich in unzähliger Menge darin; manchmal in grösseren Krystallen, und dann mehr einzeln. Ueberdiess hat man Feldspath, Magnesitspath, Kupferkies, Magnetkies, Bitterspath und mehrere andere Mineralien darin gefunden. Man bemerkt ein Verlaufen des Chloritschiefers in Glimmerschiefer, Gneis, Talk- und Thonschiefer. Der Einfluss der Atmosphärilien bewirkt, dass das Gestein an der Oberfläche verbleicht und nach und nach zerfällt. Der bei seiner Verwitterung entstehende Boden ist fruchtbar.

21. Gestein. Talkschiefer (Schiste talqueux, Steaschiste).

Talkmasse, von schiefrigem Gefüge und von graulich- und grünlichweisser Farbe.

Oefters ist der Talkschiefer quarzhaltig. Der Quarz liegt in kleinen Körnern, auch in grösseren, rundlichen und eckigen Stücken in dem Talke, oder lagenweise zwischen demselben, und wird oft vorwaltend, so dass der Talkschiefer in einen talkführenden Quarzschiefer übergeht. Das gewöhnlich dem reinen Gesteine eigenthümliche dünnschiefrige Gefüge wird dickschiefrig, und oftmals ist die Structur knotigschiefrig. Der quarzige Talkschiefer des Ural ist von Bitterspath durchzogen, enthält mitunter Tafeln von Eisenglanz und Krystalle von Eisenkies. Man nennt ihn zu Beresowsk *Listwänit.* Durch Zersetzung des eisenhaltigen Bitterspaths ist er stellenweise braun gefärbt und heisst dann *Krassik*, von krasni, roth. Feldspath in Körnern und kleinen Krystallen dem Gesteine beigemengt, bringt es dem Gneis nahe, wenn es zugleich Quarzkörner enthält, und gibt ihm mitunter ein porphyrartiges Ansehen. Weiter bemerkt man von fremdartigen Beimengungen Glimmer, Chlorit, Bitterspath, Granat, Strahlstein, Magneteisenstein, Turmalin, Cyanit, Staurolith und einige andere. Ein inniges Gemenge von Talkmasse mit Chlorit und Glimmer, das dichter und dickschiefriger als der reine Talkschiefer ist, und gemeiniglich Körner und Krystalle von Magneteisenstein enthält, wird *Topfstein*, von seiner Anwendung, genannt. Es ist der *lapis Comensis* oder *ollaris* des Plinius, der in der Schweiz unter dem Namen *Lawezstein, Giltstein* bekannt ist. Er findet sich vorzüglich am grossen Bernhardt und bei Arnen in Wallis, im Urserenthal am Gotthardt, im Peccia-Maggia- und Lavezzarathal im Tessin, im Malenkerthal

nördlich von Sondrio und zu Prosto bei Chiavenna. Man sieht den Talkschiefer in Glimmer-, Chlorit-, selbst in Thonschiefer verlaufen. Die Witterung greift ihn wenig an. Er erleidet an der Oberfläche ganz allmählig eine mechanische Zerstörung.

Es ist insbesondere die Abänderung, die man *Topfstein* nennt, welche man zu Platten benutzt, namentlich zu Ofenplatten, welche von ausserordentlicher Dauer sein sollen. Chr. Bernoulli sah noch zu Liddes in Wallis einen Ofen aus Platten von Lawezstein, der die Jahrzahl 1000 hatte. Auch werden aus ihm Töpfe, Kessel, Lampen u. s. w. verfertigt, wie man in Chiavenna zu sehen Gelegenheit hat. Auf Neu-Caledonien wird er zu Schleudersteinen angewendet. Eine sehr weiche, zerreibliche Abänderung wird von den dasigen Insulanern pfundweise gegessen.

Als eine besondere quarzreiche Abänderung von Talkschiefer dürfte das Gestein angesehen werden, dem man den indischen Namen *Itakolumit* gegeben hat, und welches früher als *elastischer Sandschiefer*, *biegsamer Sandstein*, *Gelenkquarz* beschrieben worden ist. Er besteht aus einem Gemenge von Talkblättchen und Quarzkörnern, in welchem die ersteren aneinander stossen und den Quarz umschliessen, und zwar häufig auf die Weise, dass die einzelnen Quarzkörner durch die umschliessenden Talkblättchen isolirt sind. Die Talkblättchen sind silberweiss und bläulichweiss; die Quarzkörner graulichweiss. Das Gefüge ist schiefrig, bald dünn-, bald dick-, meistens geradeschiefrig, seltener wellenförmig schiefrig. Bei vorwaltendem Quarz hat das Gestein eine graulichweisse Farbe; nimmt dagegen der Talk überhand, so ist die Farbe mehr bläulich. Mit dem Talk, und zuweilen seine Stelle vertretend, kommt öfters Chlorit vor; und dann ist die Farbe mehr grünlich. Zuweilen ist das Gestein durch Eisenoxydhydrat braun gefleckt. In dünne Platten geschnitten, zeigt es Elasticität. Eine etwas lange horizontal liegende Platte lässt sich in der Mitte um einige Zoll in die Höhe ziehen, ohne dass ihre Enden aufgehoben würden. Die Festigkeit ist sehr variabel. Nicht selten ist dieser biegsame Talkschiefer vollkommen zerreiblich. Von fremdartigen Beimengungen bemerkt man Glimmer, Eisenglanz und Schwefelkies.

Die nahe Verwandschaft dieses Gesteines mit dem eigentlichen Talkschiefer zeigt sich durch das häufige Verlaufen desselben in Talkschiefer und in Chloritschiefer, und wir nehmen daher keinen Anstand, es als eine besondere Abänderung jenem beizuordnen.

IV. Reihe. Hornblende- und Augitgesteine.

Gesteine, deren charakterisirender Gemengtheil Hornblende oder Augit ist.

Sie zeichnen sich durch eine besondere Zähigkeit und eine dunkle, graue, grüne oder schwarze Farbe aus.

Wir theilen diese Gesteine in zwei Gruppen:

ERSTE GRUPPE. HORNBLENDEGESTEINE.

22. *Gestein. Hornblendegestein (Amphibolit).*

Hornblende in körnigen und blättrigen Zusammensetzungsstücken, sehr innig und fest mit einander verwachsen, wobei das Gestein ungemein schwer zersprengbar ist und eine *körnige* Structur besitzt. Die schwarze oder lauchgrüne Farbe der Hornblende wird bisweilen durch zwischenliegende Körner von Quarz oder Feldspath unterbrochen.

Sind die Zusammensetzungsstücke dünnstängelig, so ist das Gefüge schiefrig, das Gestein heisst sodann *Hornblendeschiefer*, ist mehr oder weniger vollkommen schiefrig, gewöhnlich aber grob oder dickschiefrig. Manchmal nimmt aber der Quarz überhand, die Hornblende tritt zurück und zeigt sich zuweilen nur in einzelnen rundlichen Parthieen, die sich durch die dunkle Farbe von der grauen Quarzmasse unterscheiden. Zu den gewöhnlichen Beimengungen gehören Schwefelkies und Granat. Der *Schwefelkies* fehlt bereits nie, und erscheint überhaupt in allen Gesteinen als ein Begleiter der Hornblende. Ausserdem führt das Hornblendegestein öfters Glimmer, Feldspath, Magnetkies und Magneteisenstein. Man bemerkt hin und wieder ein Verlaufen dieses Gesteines in Gneis und in Grünstein. Seine eigenthümliche Zähigkeit erschwert die darin umgehenden bergmännischen Arbeiten. Die Bohr- und Schiessarbeit fördert darin sehr wenig.

An der Oberfläche wird das Hornblendegestein durch Einfluss der Luft und der Feuchtigkeit nach und nach rostgelb, indem die Körner von Magneteisenstein, so wie das Eisen des Schwefelkieses, sich in Eisenoxydhydrat verwandeln. Der Zusammenhang wird lockerer, das Gestein erhält eine Menge Risse und zerfällt endlich. Es wird als Chausseematerial benützt.

23. *Gestein. Pistazitfels (Epidosit von Pilla).*

Gemenge von *Pistazit* (Eisen-Epidot) und *Quarz*. Der Pistazit ist von dunkelgrüner Farbe und in Körnern mit dem Quarz zu einem sehr festen Gestein verbunden, das bald innig gemengt ist, wobei die Bestandtheile desselben nicht unterschieden wer-

den können, bald dieselben deutlich von einander geschieden und erkennbar enthält. Die grüne Farbe zieht sich ins Graue und Braune. Splitter des Gesteins schmelzen vor dem Löthrohr zu einem schwarzen Glase.

Als Abänderungen lassen sich unterscheiden:

a. Körniger. In Spalten und Drusenräumen liegen wohl ausgebildete Pistazit-Krystalle.

b. Dichter. Dichte Masse, bei welcher die Gemengtheile innig mit einander verschmolzen sind. Dunkelgrün, bisweilen von Pistazitadern oder Kalkspathschnüren durchzogen.

c. Variolithischer. Aus kugeligen Stücken zusammengesetzt. Die Kugeln von verschiedener Grösse. Dunkelgrün.

d. Erdiger. Erdige Masse von brauner, ins Graue und Grüne sich neigender Farbe.

Als Beimengung erscheint Granat.

Dieses Gestein wurde erst in der neuesten Zeit (1845) vom Professor *Pilla* zu Pisa erkannt und beschrieben. Es war bis dahin als ein Diorit betrachtet worden und bildet ansehnliche Massen auf der Insel Elba (Punta della Stella, Forte Stella, am Schiopparello, Küste bei Marciana, Patresi).

24. *Gestein. Grünstein. (Diorit. Diabase. Aphanit. Trapp.)*

Körniges Gemenge von *Hornblende* und *Albit*, von schwarzer oder dunkelgrüner Farbe, bedeutender Härte und Zähigkeit. Sp. Gew. = 2.7...2.8.

Die Hornblende herrscht gewöhnlich vor, der feldspathige Gemengtheil tritt dagegen mehr zurük. Jene ist in der Regel deutlich spaltbar, undurchsichtig, grünlich schwarz, bis schwärzlich grün; der Albit ist weiss, etwas durchscheinend, meistens deutlich spaltbar und gewöhnlich durch Zwillingsverwachsung aus mehreren regelmässig verbundenen Individuen zusammengesetzt, was man an der Streifung der ersten Spaltungsfläche (P) erkennt. Hornblende und Albit sind öfters schön krystallinisch und zu einem grobkörnigen Ganzen verbunden, in welchem man die Gemengtheile leicht unterscheiden kann. Diese Grünsteinabänderung haben französische Geognosten *Diabase* genannt, um anzudeuten, dass sie beim Kleinerwerden des Korns in eine dichte, scheinbar gleichartige Masse verlaufe. Das innige Grünsteingemenge, welches den feldspathigen Gemengtheil im dichten Zustande enthält, ist feinkörnig, schimmernd oder matt, und hat eine ganz dunkle Farbe. Man hat ihm ebenfalls einen besonderen Namen gegeben und es *Diorit* genannt, was anzeigen soll, dass man in dem scheinbar gleichartigen Gemenge dennoch zwei wesentlich verschiedene Gemengtheile unterscheiden könne. Bei dem innig gemengten Grün-

steine nimmt der feldspathige Gemengtheil manchmal überhand, der Albit bildet in dichtem Zustande die Hauptmasse des Gesteins, und die damit innig verschmolzene Hornblende färbt sie. Auch dieser Grünsteinabänderung einen besonderen Namen zu geben, war man nicht in Verlegenheit; man hat sie *Aphanit* genaunt, in der Absicht, das Verschwinden der Gemengtheile als Individuen anzuzeigen.

Die Farbe dieser albitreichen, ganz innig gemengten, dichten Grünstein-Abänderung ist gemeiniglich etwas lichter, als die Farbe der übrigen Abänderungen, und sie hat weit häufiger wie diese, durch ausgesonderte Albit- und Hornblendekrystalle, Porphyr-Structur, ist wirklicher *Grünstein-Porphyr.* Die Grundmasse hat immer eine trübe Farbe, einen matten, unebenen, feinsplittrigen Bruch und ist sehr hart. Der Albit liegt darin in weissen, deutlich spaltbaren und scharf begränzten Zwillingskrystallen; bisweilen sind diese auch weniger scharf begränzt, etwas grünlich und graulich gefärbt. Die Hornblendekrystalle sind graulich schwarz, lang säulenförmig, mehr oder weniger fest mit der Grundmasse verwachsen, schneiden scharf an dieser ab und bilden beim Zerschlagen des Gesteins auf den Bruchflächen häufig geradlinichte Umrisse, aus denen man auf ihre Form schliessen kann. Von den Beimengungen Glimmer, Schwefelkies, Magneteisenstein, Quarz, erscheint der Letztere am häufigsten, meist in Bipyramidaldodekaëdern. Albit- und Hornblendekrystalle sind häufig in gleicher Menge vorhanden, und nehmen den halben Raum der Grundmasse ein. Zuweilen liegen in der kleinkörnigen Grünsteinmasse rundliche Parthieen, die aus concentrischen Lagen von krystallinischer Hornblende und dichtem Albit zusammengesetzt sind, und in der Mitte einen Grünsteinkern haben (*kugelförmiger Grünstein, Kugel-Diorit*). Hin und wieder besitzt das Grünsteingemenge eine schiefrige Structur (*Grünsteinschiefer*); selten Mandelstein-Structur (*mandelsteinartiger Grünstein*). Eine besondere Abänderung trägt den Namen *Variolith.* Bisweilen besitzt der Grünstein ausgezeichnete *Säulenstructur.* Rundliche, in das dichte Grünsteingemenge eingewachsene Albitstückchen widerstehen der Verwitterung länger als die Grundmasse, färben sich an der Luft gelb und ragen pockenartig über dieselbe hervor.

Von fremdartigen Beimengungen erscheinen vorzüglich Schwefelkies, Magneteisenstein, Chromeisen, Titaneisen, Glimmer, Broncit, Granat, Chlorit, Kalkspath und Quarz. Der Magneteisenstein macht das Gestein mehr und weniger *magnetisch*, und nimmt darin zuweilen sehr überhand. Durch längeres Liegen an der Oberfläche in einzelnen Blöcken, die eine der prismatischen nahe stehende Form haben, wird es leicht polarisch *magnetisch.* Chlorit färbt das Gestein öfters seladongrün. Der Quarz kommt im Allgemeinen selten darin vor; doch hat man Beispiele, dass er den Albit beinahe ganz verdrängt. Die Hornblende liegt öfters in einzelnen Krystallen und Körnern ausgesondert, wenn der Albit vorwaltet,

und ebenso liegen bei vorwaltender Hornblende einzelne Albitkrystalle in der körnigen Hornblendemasse.

Der Grünstein verläuft in Gneis, Gabbro und Hornfels. Durch Einfluss der Luft und der Feuchtigkeit zerfällt er in Blöke, die nicht selten abgerundet und concentrisch schalig sind. Es bilden sich rostgelbe Flecken auf der Aussenseite, es entsteht nach und nach eine erdige, mehr und weniger gefärbte Lage, die sich abschält, weiter zerfällt und endlich in einen eisenhaltigen Thon verwandelt. Der Vegetation ist der durch Verwitterung des Grünsteins entstehende Boden im Allgemeinen günstig. Die *Walkerde*, welche nördlich von Rosswein in Sachsen gegraben wird, ist das Produkt der Zersetzung des dortigen Grünsteinschiefers.

Der Grünstein wurde in Egypten und Indien verarbeitet, und auch unter den römischen Kunstwerken findet man ihn zuweilen. (Granito amandola.) Der eisenreiche, Magneteisen in grösserer Menge einschliessende, wie z. B. der Grünstein vom Taberg in Schweden, wird verschmolzen. Die übrigen Abänderungen dienen als Chausseestein, zuweilen auch als Baustein, und bei etwas grösserem Eisengehalt häufig als Zuschlag bei den Hochöfen. Der *plattenförmige* Grünstein von *Quenast* und der ausgezeichnet *säulenförmige* von *Lessines* in den Ardennen, werden in Brabant, Flandern und Holland als Pflasterstein benutzt.

ZWEITE GRUPPE. AUGITGESTEINE.

Gesteine, die als Hauptmasse oder charakterisirenden Gemengtheil Augit enthalten.

25. Gestein. *Augitfels.* (*Lherzolith. Pyroxène en roche.*)

Körnige Augitmasse von grüner, brauner, grauer und gelber Farbe, fettartigem Glanze, rauhem, scharfem Anfühlen und 3.2 bis 3.3 spezifischem Gewichte.

Die verschiedenen Farben des Gesteins wechseln mit einander auf die unregelmässigste, seltsamste Weise. Die Farbe wechselt oft an dem nämlichen Korne und dicht neben einander liegende Körner zeigen sich auf die verschiedenste Weise gefärbt. Das Korn ist bald grösser, bald kleiner. Die Masse wird zuweilen ganz blättrig, die einzelnen Partikeln sind dabei vollkommen spaltbar, und der Glanz dann am stärksten. Häufig aber ist das Korn klein oder fein, der Glanz ist geringer, das Gestein schimmert bloss, und endlich verliert sich der Glanz beinahe vollkommen, wenn die feinen Körner durch das Auge nicht mehr unterschieden werden können, wobei das Gestein schmutzig grün ist, und ein dichtes Ansehen hat. Als fremdartige Beimengungen erscheinen vorzüglich Topfstein, der häufig durch die ganze Gesteinsmasse verbreitet ist, sodann Speckstein, der hin und wieder sehr glatte

und glänzende Ueberzüge bildet, endlich Turmalin, der in feinen schwarzen Körnern gleichförmig durch den Augitfels verbreitet ist. Seltener sieht man Kalkspath-Körner beigemengt, oder Kalkspath-Krystalle die Kluftflächen überkleiden. Hornblende und Asbest gehören zu den seltensten Beimengungen.

Das unvermengte reine Gestein widersteht der Einwirkung der Atmosphäre kräftig. Es wird an der Oberfläche bräunlich oder gelblich und matt; indessen dringt diese Veränderung kaum über einige Linien tief ein. Die licht gefärbten Abänderungen widerstehen dieser Umänderung weit länger, als die dunkler gefärbten, wahrscheinlich eisenreicheren Abänderungen, deren Eisengehalt sich bald in Eisenoxydhydrat verwandelt, und die Rostfarbe bewirkt. Der mit Topfstein gemengte Augitfels zersetzt sich hingegen an der Luft sehr bald, und zerfällt seiner ganzen Masse nach zu einem eisenschüssigen Grus.

26. Gestein. Dolerit.

Krystallinisch-körniges Gemenge von *Augit*, *Labrador* oder *Nephelin*, und *Magneteisen*. Sp. Gew. unter 3.0.

Der *Labrador* hat gemeiniglich eine weisse, graue oder grünliche, der *Nephelin* eine weisse oder graue und der *Augit* eine schwarze Farbe. *Labrador* ($= NaO, SiO_2 + 3\,CaO\,SiO_2 + 4\,Al_2O_3, 2\,SiO_2$) und *Nephelin* ($= KO, 2\,SiO_2 + 4\,NaO, SiO_2 + 5\,Al_2O_3, SiO_2$) vertreten sich gegenseitig in dem Doleritgemenge. Nach dem Vorherrschen oder alleinigen Vorhandensein eines derselben, unterscheiden wir:

1) *Labrador-Dolerit*, gewöhnlicher Dolerit;
2) *Nephelin-Dolerit.*

1) *Labrador-Dolerit.*

Gemenge von *Labrador*, *Augit*, *Magneteisen* und *Olivin*. Der Labrador ist gewöhnlich kleinkörnig und theilbar, oder dicht und im Bruche splittrig; seltener tritt er in Krystallen auf, wie bei dem in dieser Hinsicht ausgezeichneten Dolerit des Meissners, in welchem er in dünnen säulenförmigen und tafelförmigen Krystallen ausgebildet ist.

Der schwarze *Augit* ist in Körnern und mehr oder weniger vollkommenen Krystallen vorhanden, die meistens spaltbar sind. Das *Magneteisen* liegt in einzelnen Körnern, die in der Regel sehr klein sind, dazwischen. Oefters liegen in diesem Gemenge auch einzelne Körner von *Olivin.*

In einem isländischen Dolerit fand Auerbach { 38.18 Labrador / 61.82 Augit.

2) *Nephelin-Dolerit (Nephelinfels).*

Gemenge von *Nephelin*, *Augit* und *Magneteisen*. Der *Nephelin* ist theils farblos, theils gelblich, röthlich oder graulich, weiss, glasglänzend, in Körnern und Krystallen mit schwarzem *Augit* und

Körnern von *Magneteisen* gemengt. In grobkörnigen Abänderungen, wie im Nephelin-Dolerit von Meiches im Vogelsgebirge und vom Löbauer Berge in der Lausitz, liegen 1 bis 5 Linien lange Nephelinkrystalle, sechsseitige Säulen mit gerader Endfläche, in der Grundmasse oder in Drusenräumen. Härte, Form und das Verhalten gegen Salpetersäure, die den Nephelin trübe und undurchsichtig macht, so wie gegen Salzsäure, die ihn zerlegt unter Bildung einer Gallerte, geben diesen seltener vorkommenden Gemengtheil des Dolerits zu erkennen. Häufig ist auch der *Augit* krystallisirt. Oefters liegen wohl ausgebildete Nephelinkrystalle in einer dichten Grundmasse, wie bei dem nephelinreichen Dolerit des Katzenbuckels im Odenwalde. In dem Gestein von Meiches liegen weiter *glasiger Feldspath*, in spaltbaren Körnern, *Apatit* in Krystallen, sowohl in Drusen aufgewachsen, als in die Masse des Gesteins eingewachsen, und kleine Krystalle von gelbem *Titanit.*

Das Gestein variirt im Korne vom Grobkörnigen, was indessen selten vorkommt, bis zum Feinkörnigen und Dichten. Eine ausgezeichnete Abänderung von grobkörnigem Dolerite findet sich am Meissner in Hessen. Die Gemengtheile liegen bei demselben deutlich erkennbar neben einander. Es ist dies das Gestein, dem Werner den Namen *Flötzgrünstein* gab.

Der Dolerit hat gewöhnlich eine schwärzlichgraue Farbe, ist etwas lichter als der Basalt, weniger dicht und hart, leichter wie dieser, und enthält nur hin und wieder und wenig Olivin. In einer dichten Grundmasse ausgesonderte Krystalle ertheilen ihm öfters Porphyrcharakter, und liegen manchmal in ausserordentlicher Menge in dem Gestein. Blasenräume, mit Zeolithen, Kalk, Arragon, Quarzen ausgefüllt, hin und wieder auch noch mit einigen anderen, wie mit Sphärosiderit, Bitterkalk, enthält der Dolerit weit häufiger als der Basalt, und was man gemeinhin basaltischen Mandelstein nennt, ist zum grössten Theil *Dolerit-Mandelstein.* Die Blasenräume des Dolerits sind manchmal leer, liegen einander sehr nahe, haben dann sehr dünne Scheidewände, und sind innen öfters mit einem dunklen Schmelz überzogen. Dadurch wird das Gestein schwammig oder schlackenartig. Nach diesen verschiedenen Beschaffenheiten des Dolerites kann man als Abänderungen den a. *körnigen*, b. *dichten*, c. *porphyrartigen*, d. *mandelsteinartigen*, e. *schwammigen*, f. *schlackigen* unterscheiden. Als Beimengungen enthält der Labrador-Dolerit eine grosse Anzahl von Mineralien. Zu diesen gehören Glimmer, Apatit, Melanit, Nephelin, Sphen, Kalkspath, Hornblende, Schwefelkies, Magnetkies, Titaneisen, Ittnerit, Hauyn. Er verläuft in Klingstein und in Basalt, und namentlich in den letzteren kann man die allmählichsten Uebergänge beobachten.

Der Luft ausgesetzt, bleicht er an der Oberfläche aus und wird lichtgrau. Bei dem porösen und mandelsteinartigen Dolerite geht das Eisenoxydul, das sich in den äussersten Lagen des Gesteins befindet, bald in Eisenoxydhydrat über; es bildet sich dadurch

eine mehr und weniger dicke bräunliche Rinde, das Gefüge wird aufgelockert, die Masse wird aussen erdig, kluftig, und es lösen sich von derselben Schalen ab, wobei das Gestein nach und nach zerfällt. Beim dichten, dem Basalte ähnlichen Dolerite dringt die Zersetzung nicht tief, oft nur sehr unbedeutend und langsam ein. Bei dieser Verwitterung erscheint nicht selten die dem Dolerite eigene kugelige Absonderung; man sieht öfters grössere Stücke in kleinere kugelige zerfallen.

Man benutzt die festeren Abänderungen des Dolerits zu Bau-, Pflaster- und Chausseesteinen, zu Thür- und Fenstergestellen, zu Platten und zu Abweisesteinen. Die bei seiner Verwitterung resultirende Erde ist ungemein fruchtbar, und ganz besonders dem Weinbau günstig. Wir sehen diess sehr deutlich auf der westlichen Seite des Kaiserstuhlgebirges, wo der Lehmboden ziemlich weggespühlt, und die Weinkultur fast durchgehends auf doleritischem Erdreich angelegt ist. Der dunkle Boden, mit vielen Geschieben untermischt, saugt die Wärme begierig ein, hält sie fest, bleibt immerhin locker, und bringt die Traube auch in mittleren Jahren zur erwünschten Reife, und in guten Jahren werden hier Weine erzeugt, die zu den vorzüglichsten des Landes gehören.

27. Gestein. Basalt.

Inniges Gemenge einer *Doleritgrundmasse* mit *Olivin* und *Zeolithen*. Graulich-schwarz, dicht. Sp. Gew. 3.0 bis 3.2. Bruch flachmuschelig, in den splittrigen und unebenen verlaufend. Wirkt auf die Magnetnadel.

Der Basalt unterscheidet sich vom Dolerit wesentlich nur durch die *zeolithische* Beimengung, vermöge welcher er beim Glühen im Durchschnitt 2.5 Procent *Wasser* abgibt. Die normal zusammengesetzten Dolerite enthalten kein Wasser. Ueberdiess hat der Basalt eine constante Beimengung von *Olivin*, der in demselben gewöhnlich in einzelnen ausgesonderten Körnern und grösssren Parthien hervortritt und bisweilen stellenweise vorwaltet.

Die vorhandene doleritische Grundmasse ist in der Regel aufs Innigste gemengt, so dass man mit blossen Augen die Gemengtheile nicht erkennen kann, und das dichte Gestein wie eine homogene Masse aussieht, in welcher man nur die einzelnen Olivinkörner unterscheidet.

Durch Behandlung mit Säuren wird der Basalt in einen zersetzbaren, auflöslichen, in einen nicht zersetzbaren unauflöslichen Antheil geschieden. Mit heisser *Salpetersäure* kann aus dem Steinpulver der *zeolithische* Bestandtheil und der *Nephelin* ausgezogen werden, wenn dieser in der Grundmasse ist, so wie der *Olivin*; heisse *Salzsäure* löst das *Magneteisen* und den *Labrador* auf; der *Augit* bleibt ungelöst.

Auf diese Weise ausgeführte Untersuchungen vieler Basalte haben seine oben angeführte allgemeine Zusammensetzung dargethan, aber

auch gelehrt, dass bei Basalten von verschiedenen Fundorten ihre Bestandtheile in ganz verschiedenartigen Verhältnissen mit einander verbunden sind. Die Doleritgrundmasse ist theils Labrador-, theils Nephelin-Dolerit; der zeolithische Bestandtheil, Natrolith, Mesolith, Skolezit, oder ein Gemenge derselben; die Mengen des Olivins und des Magneteisens variiren auf mannigfaltige Weise. Oft ist auch kohlensaurer Kalk fein in der Masse des Gesteins vertheilt.

Nachstehende Analysen verschiedener Basalte werden die geschilderten Verhältnisse seiner Zusammensetzung anschaulich machen.

Nach Ch. Gmelin enthält der *Basalt:*

	In Säure lösliche Theile.	*In Säure unlösliche Theile.*
von *Stetten* im Högau	61.54	38.46
„ *Hohenstoffeln* im Högau . . .	61.97	38.03
„ *Sternberg* bei Urach	87.72	12.28
„ *Wetzlar*	40.29	59.71

Nach Sinding enthält der *Basalt* von *Stolpen:*

durch Salzsäure zersetzbare Theile	57.736
„ „ nicht zersetzbare Theile	42.264

Nach Petersen besteht der *Basalt* von der *Steinsburg* bei *Suhl* aus:

zersetzbarem Antheil	42.5
unzersetzbarem Antheil	57.5

Das Verhältniss der vermittelst Säuren zersetzbaren und unzersetzbaren Theile ist also bei diesen beiden Basalten gerade das umgekehrte.

Girard fand im *Basalt* von *Wickerstein* bei Querbach in Nieder-Schlesien:

Natronzeolith	22.686
Nephelin	22.686
Magneteisen	6.370
Augit	48.256

Im *Basalt* vom *Meissner* fand er neben Labrador auch noch Nephelin.

Sehr oft hat das in seinem Aeussern merkwürdig constante Gestein eine vollkommen prismatische Absonderung und bildet schöne Säulen. Hin und wieder hat die Grundmasse des Basaltes eine krystallinische Beschaffenheit, und oft enthält sie Blasenräume, die ihm eine mandelsteinartige Beschaffenheit geben. Die Blasenräume, ohne Zweifel durch Luftblasen gebildet, enthalten häufig Zeolithe, Achate, Kalkspath, Arragon, Opal, Grünerde. Diese Abänderung des Basaltes wird *mandelsteinartiger Basalt*, *basaltischer Mandelstein* genannt. Nicht selten erscheint der Basalt porphyrartig, indem Krystalle von Augit und Labrador darin ausgesondert liegen. Von weiteren fremdartigen Beimengungen sind besonders Glimmer, Broncit, Hyacinth, Saphir, Apatit, Oligoklas, Obsidian, Titaneisen bemerkenswerth. Man kann ein Verlaufen des Basaltes in Dolerit

und Klingstein beobachten, wo er mit diesen beiden Gesteinen zusammen vorkommt.

An der Luft verändert sich der Basalt, je nach dem Grade seiner Dichtigkeit, bald schneller, bald langsamer. Je geringer seine Dichtigkeit ist, je mehr er zeolithische Theile, und je mehr er Blasenräume enthält, oder von Klüften durchsetzt ist; desto rascher schreitet die Verwitterung vorwärts. Erst bleicht er an der Oberfläche aus, und wird lichtgrau; bald erscheinen gelbe und braune Flecken; es bildet sich eine bräunliche Rinde, die sich nach und nach abschält, das Gestein zerfällt in rundliche Blöcke, und bildet nach und nach eine überaus fruchtbare Erde, die nicht nur für Getreide, sondern auch für den Rebstock vorzüglich ist. Schon Gerölle von Basalt, anderen Erdarten beigemengt, verbessern diese und geben ihnen öfters einen vorzüglichen Werth. Die dunkle Erde, das dunkle Gestein, saugt die Wärmestrahlen ein, hält sie lange zurück, erwärmt dadurch den Boden, und ist so eine Hauptursache des Gedeihens der Weincultur. Die Alten, namentlich die Egypter, benützten den Basalt öfters zu Bildhauerarbeiten. In unseren Tagen wendet man ihn vorzüglich als Pflasterstein, als Chausseematerial, zu Abweisesteinen und hin und wieder auch als Probierstein an. Auch hat man ihn schon an mehreren Orten, nach dem Vorgange des Grafen Cessart, der 1787 bei den Wasser-Bauwerken zu Sarburg Versuche mit gepulvertem Basalt anstellte, die bewiesen, dass er den Trass mehr oder weniger vollkommen ersetzte, zu Wassermörtel angewendet. Auf den Südsee-Inseln wird er zu Meiseln, Aexten und zu verschiedenen Schneidewerkzeugen benützt. Werners Denkmal, an der Strasse zwischen Freiberg und Dresden ist aus Basaltsäulen von Stolpen errichtet. Anf dem Markte zu Stolpen ist daraus eine künstliche Gruppe gebildet.

28. Gestein. Basanit.

Grundmasse, welche der des dichten Dolerits ähnlich, doch weniger dicht als dieselbe, und im Allgemeinen von lichterer Farbe, gewöhnlich grau ist. Sie schmilzt vor dem Löthrohr zu einem grünen oder schwarzen Glase. Ihr spec. Gew. ist geringer als das des Basaltes, und schwankt zwischen 2.2 bis 2.8.

Der Basanit kommt vorzüglich als Grundmasse der augitischen Lava vor. Der Name soll die grosse Aehnlichkeit bezeichnen, die er mit Basalt hat. Er ist noch sehr wenig untersucht. Die Gemengtheile scheinen dieselben zu sein, wie beim Basalte, und die Verschiedenheiten zwischen beiden liegen wahrscheinlich nur in der grösseren Menge Augit beim Basalte, und in den Umständen, unter welchen die Schmelzung und Erkaltung dieser Massen Statt fand. Der Basanit ist neuerlich von Al. Brongniart vom Basalt und Dolerit unterschieden worden. Ich bin seiner Ansicht gefolgt.

Man kann folgende Abänderungen unterscheiden:

Dichter Basanit. Dichte, schwärzlich graue augitische Grundmasse, in welcher hin und wieder Olivinkörner liegen.

Porphyrartiger Basanit. Es liegen in der dunkelgrauen Grundmasse einzelne, ziemlich vollkommen ausgebildete Augitkrystalle. Selten gewahrt man Feldspathkrystalle.

Mandelsteinartiger Basanit. Dichte, zuweilen etwas erdige Grundmasse mit vielen Blasenräumen, die mit Zeolithen, Kalkspath u. s. w. angefüllt sind.

Schlackiger Basanit. Die Grundmasse befindet sich in einem halbverglasten, schlackenartigen Zustande, ist schimmernd, hat eine schwarze, graue, zuweilen auch eine rothe Farbe, und enthält eine grosse Anzahl kleinerer und grösserer, unbestimmt begrenzter Blasenräume, die nicht selten nur durch sehr dünne Scheidewände von einander getrennt sind. Oefters ist diese Abänderung klingend. Glimmer, Hornblende, Hauyn, Granat, Nephelin, Leucit u. e. a., sind dem Basanite öfters beigemengt. Er zeigt häufig eine sehr bestimmte prismatische Absonderung. Man benützt ihn als Baustein, Pflasterstein (Selce romano), zu Thür- und Fenstergestellen, zu Treppenstufen, Platten und zu Mühlsteinen. Zu letzteren eignet sich namentlich der schlackige Basanit, der in einer ausgezeichneten Abänderung zu Niedermendig und Mayen am Mittelrheine vorkommt, und zu Mühlsteinen verarbeitet, von Andernach aus weithin verführt wird. Dem Verwittern unterliegt der Basanit um so weniger, je dichter er ist, oder je mehr er verschlackt ist. Auf den mehr lockeren Abänderungen kann die Vegetation bald Wurzel fassen. Sie bilden nach und nach einen dunkeln, lockeren Boden, der der Cultur, namentlich der Weincultur, sehr günstig ist.

29. *Gestein.* *Leucitophyr* (*Leucitgestein*).

Krystallinisches Gemenge von *Leucit*, *Augit* und Körnern von *Magneteisenstein.* Das Gestein ist weiss und schwarz gesprenkelt.

Es werden mehrere Abänderungen unterschieden:

Dichter Leucitophyr. Ein sehr inniges Gemenge von Augit, Leucit und Magneteisenstein, von grauer Farbe, mit weisser Sprenkelung. Es findet sich bei Albano, am Capo di Bove, unfern Rom.

Porphyrartiger Leucitophyr. Es liegen in dem feinkörnigen Gemenge einzelne Krystalle von Leucit und Augit ausgesondert. Die Leucitkrystalle enthalten zuweilen einen schwarzen augitischen Kern. Hierher gehören viele Laven, so die von Viterbo, Borghetto, Rocca di Papa.

Blasiger Leucitophyr. Leucitophyrgemenge mit Blasenräumen. Hierher gehören manche leucitführende Laven.

Schlackiger Leucitophyr. Leucitophyrmasse von schlackenartigem Ansehen, mit vielen Blasenräumen.

Man kann den Leucitophyr als Bau- und Chausseestein benützen.

30. Gestein. Gabbro (*Euphotide*).

Körniges Gemenge von *Labrador* und *Diallag*, bei welchem jener vorherrscht.

Die Farbe des Diallags variirt vom Lauch- und Berggrünen durch das Braune ins Graue. Der Labrador hat eine weisse, graue oder grünlichgraue Farbe, und ist meistens dicht, seltener blättrig, und dann gewöhnlich undeutlich blättrig. Bald ist die Quantität der Gemengtheile gleich, bald waltet der eine, bald der andere vor. Die Structur wechselt vom Grobkörnigen, wobei der dunkel gefärbte Diallag, in grossen breitblättrigen Parthieen, auffallend gegen den lichten Labrador contrastirt, bis zum Feinkörnigen, wobei die Gemengtheile kaum mehr zu unterscheiden sind, und die ganze Masse des Gesteins eine dunkle, graue oder grüne Farbe besitzt. Als fremdartige Beimengungen erscheinen vorzüglich Glimmer, Magneteisenstein, Hornblende, welche mit dem Diallag öfters regelmässig verwachsen ist, Schwefelkies und Serpentin, letzterer jedoch nur dann, wenn er selbst in grösseren Massen mit dem Gabbro vorkommt. An solchen Stellen ist er zuweilen auch ganz mit Serpentin vermengt, wie unter anderen bei Florenz und Briançon. Selten tritt Schillerstein mit dem Diallag auf. Man bemerkt Annäherungen des Gabbro's zum Grünstein, Granit, Gneis und Serpentin. Der Witterung ausgesetzt, wird zuerst der Labrador angegriffen. Die Theile des Gesteines, welche daraus bestehen, werden matt, pulverig, das Wasser spühlt sie aus, es entstehen Vertiefungen an der Oberfläche, zwischen welchen der weniger verwitternde Diallag in Blättern hervorragt, wodurch die Aussenseite der Gabbromasse ein rauhes Ansehen bekömmt. Durch den Eisengehalt wird das Gestein dabei stellenweise, öfters auch ganz, rostgelb gefärbt. Nur sehr langsam dringt die Verwitterung tiefer ein.

Der Gabbro wird als Baustein und zu architektonischen Verzierungen benützt. Die ersten Gabbromassen wurden beim Bau der Laurentinischen Capelle zu Florenz, unter Ferdinand von Medicis 1684 verarbeitet und aus Corsica beigeführt, woher der Name *Verde di Corsica duro*.

31. Gestein. Hypersthenfels.

Körniges Gemenge von *Labrador* und *Hypersthen*, bei welchem der Labrador gewöhnlich vorherrscht. Seine körnigen Zusammensetzungsstücke zeigen deutlich Zwillingsverwachsung, besonders bei grobkörnigen Abänderungen, bei welchen die Streifung auf der vollkommensten Spaltungsfläche sehr schön hervortritt, und wenn die Stücke durchscheinend sind, auch die bekannte Farbenwandlung auf der zweiten Spaltungsfläche (*M*) erscheint.

Der Hypersthen ist schwärzlichbraun, schwärzlichgrün und grünlichschwarz. Braune Abänderungen besitzen auf der vollkommensten Spaltungsfläche eine fast kupferrothe Farbe und einen metallischen Perlmutterglanz (insbesondere diejenigen von der Pauls-Insel an der Küste Labrador). Bisweilen sind die Hypersthen-Blätter, an den Grenzen gegen den Labrador, oder an den Rissen, welche dieselben durchziehen, mit grünlichschwarzer Hornblende verwachsen, und zwar ganz regelmässig in der Art, dass die Hauptaxen der geschobenen vierseitigen Prismen, welche die Spaltungsflächen der Hornblende und des Hypersthens bilden, so wie die Ebenen, welche durch die stumpfen Kanten des Hypersthenprisma's und durch die stumpfen Kanten des Hornblendeprisma's gelegt werden, parallel sind.

Die Gemengtheile sind bald grosskörnig, bald klein- und feinkörnig. Die Hypersthenparthieen messen zuweilen über einen Zoll und liegen alsdann scharf begrenzt neben dem grauen Labrador. Zu den grobkörnigsten Abänderungen gehört der Hypersthenfels von der Pauls-Insel an der Labrador-Küste, von welchem Fundorte auch die beiden Gemengtheile des Gesteins als eigenthümliche Mineralindividuen zuerst bekannt geworden sind. Gewöhnlich aber sind beide feinkörnig, sehr innig mit einander verbunden, das Gestein erscheint dicht, ist schwärzlichgrün, dem dichten Grünstein sehr ähnlich, und man vermag nicht, die Gemengtheile zu unterscheiden. *Titaneisen* ist häufig in kleinen zusammengehäuften Krystallen eingesprengt und manchmal in grosser Menge vorhanden. Ausgesonderte Labradorkrystalle ertheilen dem dichten Hypersthenfels öfters ein porphyrartiges Ansehen. Ueberdies findet man Glimmer, und zuweilen in ziemlicher Menge Granat darin.

Durch Einfluss der Luft und des Wassers wird das Gestein an der Oberfläche bräunlichschwarz, der Labrador wittert aus, die Hypersthenblätter heben sich dadurch hervor, und die Farbe des Gesteins erhält einen eigenthümlichen Stich ins Olivengrüne. Auffallend ist es, wie man an den steilsten Abhängen der Hypersthenfels-Berge hingehen kann; die hervorstehenden, nicht verwitternden Hypersthenblätter, sichern den Tritt und halten ihn fest. Der schöne Hypersthenfels von Elfdalen wird daselbst verschliffen und zu Vasen und andern Gegenständen verarbeitet. Das Gestein nimmt eine vortreffliche Politur an und gehört, bei den gegen einander abstechenden Farben der Gemengtheile, zu den schönsten die bekannt sind.

32. *Gestein. Eklogit.*

Gemenge von grünem *Diallag* und rothem *Granat*.

Die beiden Gemengtheile erscheinen in ziemlich gleicher Menge; hin und wieder waltet der Diallag, selten der Granat, vor. Das Gefüge ist bald grob-, bald feinkörnig. Als fremdartige Beimen-

gungen erscheinen Glimmer, Cyanit, Quarz, Schwefelkies und Hornblende. Der Name bezieht sich auf die seltene, ausgewählte Verbindung der Gemengtheile. Der Eklogit ist eines der schönsten Gesteine. Man findet es in alten Sammlungen öfters in angeschliffenen Täfelchen, zuweilen auch zu kleinen Schalen verarbeitet.

V. Reihe. Serpentingesteine.

Gesteine, deren charakterisirender Gemengtheil *Serpentin*, oder der diesem nahe stehende *Schillerstein* ist.

33. Gestein. Serpentinfels. (Serpentine. Ophiolith.)

Grundmasse von Serpentin. Oft gemengt mit Körnern von Magneteisenstein und Fasern von Asbest. Zuweilen etwas thonhaltig. Mehr und weniger magnetisch.

Das Gestein ist in der Regel dicht, im Bruche splittrig, schimmernd, und hat gewöhnlich eine schwärzlichgrüne Farbe. Indessen erscheinen auch öfters die lichteren Nüancen des Grün, gelbe, rothe und braune Färbungen, und die Masse hat nicht selten ein geflecktes, buntes Ansehen. Härte und specifisches Gewicht sind, ungeachtet des gleichartigen Ansehens, doch ziemlich verschieden, wie überhaupt bei jedem gemengten Gesteine. Doch gehört der Serpentin zu den weniger harten Gesteinen. Sein specifisches Gewicht schwankt zwischen 2.3 bis 2.6. Bisweilen ist er seiner ganzen Masse nach aus schaligen, übereinander liegenden Stücken zusammengesetzt. Selten besteht er aus kleinen, fasrigen, durcheinander gewachsenen Zusammensetzungsstücken (Gornoschit am Ural). Der Asbest liegt zuweilen in Schnüren und Trümmern ausgesondert. Der in feinen Fasern der Serpentinmasse beigemengte Asbest lässt sich gemeiniglich dadurch erkennen, dass man einen Splitter des Gesteins vor dem Löthrohr ausglüht. Die Fasern spalten sich dann der Länge nach und unterscheiden sich dadurch von der Hauptmasse. Stellenweise ist das reine Mineral, welches sich durch schöne Färbungen und Durchsichtigkeit auszeichnet und von dem unreinen Gestein mit dem Namen *edler* Serpentin unterschieden wird, in einzelnen Parthien ausgesondert. Seine Zusammensetzung $3\,MgO,\ 2\,SiO_2 + 2\,Aq$, findet sich öfters auch bei, dem Anscheine nach weniger reinen, undurchsichtigen Abänderungen, wie z. B. beim Serpentin von Falun in Schweden, beim fasrigen Serpentin von Gornoschit am Ural u. s. w. Alle solchergestalt zusammengesetzten Serpentine erleiden beim Glühen einen Gewichts-Verlust von ungefähr 12 Proc. durch ausgeschiedenes Wasser. Von fremdartigen Beimengungen bemerkt man vorzüglich

Granat, Broncit, Diallag, *Magneteisen*, *Chromeisen*, Schwefelkies, Magnetkies, Arsenikkies und Gediegen-Kupfer. Dem Einflusse der Atmosphärilien ausgesetzt, verändert das Gestein seine gewöhnlich grüne Farbe in eine braune oder gelbe, es zerspringt und zerfällt allmählig. Auf den Klüften erzeugt sich eine dunkelblaue, schillernde Haut, und die äusserste Lage des Gesteins wird ockergelb und erdig. Eine der Luft ausgesetzte Serpentinmasse wird härter und bald auf eine bedeutende Tiefe kluftig, während dagegen die eigentliche Verwitterung nur sehr langsam vorwärts schreitet.

Man benutzt den Serpentin als Chausseematerial, als Baustein, insbesondere zu architektonischen Verzierungen, schneidet aus ihm Platten, und verarbeitet ihn auf der Drehbank zu Mörsern, Schalen, Vasen u. s. w. Den schönen diallagführenden Serpentin vom Monte Ferato, gegenüber Prato, sieht man in Florenz, wo er *Nero* oder *Verde di Prato* heisst, an den Façaden mehrerer Kirchen. Der Hauptort für die Verarbeitung des Serpentins auf der Drehbank ist Zöblitz in Sachsen. Man wählt die möglichst gleichförmigen reinen Stücke aus, und verarbeitet das Gestein bergfeucht, oder indem man es künstlich feucht erhält, weil es durch Austrocknen an der Luft so hart wird, dass man es nicht mehr verarbeiten kann. Abänderungen, die reich an eingemengtem Chromeisen sind, können zur Darstellung von Chromfarben benützt werden. Der auf der Insel *Tino* vorkommende *Ophit* der Alten ist Serpentin.

34. Gestein. Ophit (Ophicalcit).

Gemenge von Serpentin und dichtem oder körnigem *Kalkstein*, oder *Kalkspath*.

Die dunklen grünen Serpentinstücke contrastiren mächtig gegen die weissen Kalk-Parthieen. Diese sind bald sphäroidisch, bald unbestimmt begrenzt, bald zieht der Kalk in Trümmern und Schnüren zwischen den Serpentin-Parthieen durch. Gar oft sind die Serpentin- und Kalkstücke ineinander geflossen, und man weiss nicht, wo der eine Gemengtheil anfängt, der andere aufhört. Das Gestein ist schön gefleckt und enthält hin und wieder Magnetkies und Schwefelkies beigemengt.

Es ist dieses Gemenge von Serpentin und Kalk, welches die Alten ebenfalls *Ophit* nannten und vielfältig verarbeiteten. Ein Theil des sogenannten Verde antico und des Polzevera-Marmors gehört hierher.

35. Gestein. Schillerfels.

Gemenge von *Schillerstein* und *Labrador*, in welchem der Schillerstein gemeiniglich vorwaltet.

Das Muttergestein des Schillerspaths von der Baste am Harze ist längst bekannt, aber vor der Arbeit von Kœhler immer un-

richtig bestimmt, und bald für Gabbro, bald für Serpentin ausgegeben worden. Kœhlers Analyse gab für den dichten feldspathfreien Gemengtheil:

Kieselerde	42.364
Talkerde	28.903
Eisenoxydul mit etwas Chromoxyd	13.268
Kalkerde	0.627
Manganoxydul	0.853
Thonerde	2.176
Wasser	12.071
	100.262

Diese Zusammensetzung entspricht der Formel $4 MgO, 3 SiO_2 + 3 Aq$, welche von derjenigen des Serpentins verschieden ist, dagegen mit der des *Schillerspaths* übereinstimmt, welcher nach Kœhler enthält:

Kieselerde	43.075
Talkerde	26.157
Kalkerde	2.750
Eisenoxydul	10.915
Chromoxyd	2.374
Manganoxydul	0.271
Thonerde	1.732
Wasser	12.426
	100.

Ein Theil der Talkerde ist durch Kalkerde, Eisenoxydul und Manganoxydul vertreten.

Der feldspathartige Gemengtheil ist Labrador, wie beim Gabbro. Bei vorwaltendem Schillerstein hat das Gestein eine schwärzlichgrüne Farbe. Der dichte Labrador liegt in einzelnen Parthieen zwischen dem dichten Schillerstein, und wenn er an Quantität zunimmt, so erhält die Masse ein gesprenkeltes Ansehen. Hat Labrador die Oberhand, so liegt der Schillerstein in grünen Punkten in der graulichweissen Labradormasse. Die schillersteinreiche Abänderung des Gesteins enthält häufig breitblättrige Massen von Schillerspath, die an unzähligen Stellen vom Muttergestein durchbrechen, und sich von diesem durch ihren lebhaften Glanz unterscheiden. Beigemengt sind öfters Körner von Magneteisenstein.

Das Gestein sieht im dichten, innig gemengten Zustande dem Serpentin sehr ähnlich, und stimmt mit diesem, so wie mit dem Gabbro, in Hinsicht seiner Lagerungs-Verhältnisse überein.

In Art der Verwitterung hat es Aehnlichkeit mit dem Gabbro. Der feldspathartige Gemengtheil wird zerreiblich, pulverig, wittert aus und die Schillerstein-Parthieen werden rostgelb oder braunroth. Man findet die Aussenseite der Schillerfels-Blöcke gewöhnlich braungelb gefärbt. Diese Veränderung des Gesteines dringt indessen nicht tief ein.

VI. Reihe. Thongesteine.

Gesteine, deren Grundmasse oder charakterisirender Gemengtheil aus einer mehr oder weniger festen Mineralsubstanz besteht, deren Zusammensetzung im Allgemeinen diejenige der *Thone* ist, welche man als Bi- und Trisilicate betrachten kann. Durch Einmengungen von Kalkerde, Bittererde, Eisenoxydul und Eisenoxyd, von kohlensaurer Kalkerde, Eisenoxyd- und Manganoxyd-Hydrat, so wie von fein zertheiltem Quarz, Körnern von Feldspath, Glimmerblättchen u. s. w., werden die Eigenschaften der Grundmasse mannigfach abgeändert. Häufig hat sie auch einen kleinen Kali- oder Natrongehalt, der wohl ihr Hervorgehen aus zersetztem Feldspath anzeigt.

Die Thongesteine geben beim Anhauchen und Befeuchten den eigenthümlichen Thongeruch aus.

36. Gestein. Thonstein.

Thonsteinmasse.

Wir unterscheiden: 1. *Gemeinen Thonstein*, 2. *Eisenthon.*

1. *Gemeiner Thonstein.* Hat weisse, graue, röthliche u. s. w., aber immer blasse und unreine Farben. Sp. Gew. 2.3 ... 2.4. Er tritt auf als:

Dichter Thonstein. Dichte Thonsteinmasse.

Thonsteinporphyr, *Thonporphyr* (Argilophyre, Porphyr argileux). Es liegen in der Grundmasse Krystalle von *Feldspath*, so wie Körner und dodekaëdrische Krystalle von *Quarz*, welche sich gewöhnlich durch Fettglanz auszeichnen. Die Feldspathkrystalle befinden sich öfters in einem aufgelösten oder zersetzten Zustande, sind thonig, und an ihrer Stelle liegen nicht selten als ihre Reste weisse Thontheilchen in der Grundmasse. Manchmal sind die Quarzkrystalle vorwaltend und das Gestein wird alsdann *quarzführender Thonporphyr (Porphyre quarzifère)* genannt. Hin und wieder liegen Körner und kleine Stückchen einer dem *Bildstein* (Al_2O_3, 4...5 SiO_2 + Aq) ähnlichen Mineralsubstanz zwischen den Feldspath- und Quarzkrystallen zerstreut, welche man irrthümlich für Speckstein hält, und kleine Krystalle von *Pinit*. Oefters enthält die Grundmasse Blasenräume, die nicht selten in die Länge gezogen und leer sind. Als eine Eigenthümlichkeit dieses Porphyrs erscheinen in seiner Masse eingeschlossene Kugeln, die aus einer kieselreichen Abänderung des Gesteins bestehen und theils dicht, theils hohl, mit verschiedenen in Lagen wechselnden Abänderungen von *Quarz* ausgefüllt und zu *Achat* verbunden sind *(Achatkugeln)*. Oefters ist dieser Porphyr plattenförmig, seltener schalig.

Mitunter sind eckige Bruchstücke verschiedener Thonporphyre vermittelst einer Thonmasse mit einander verkittet. Man nennt das Gestein alsdann *Trümmerporphyr*, auch breccienartigen Porphyr.

Blasiger Thonstein. Die Thonsteinmasse enthält unbestimmt begrenzte, zuweilen in einer Richtung in die Länge gezogene Blasenräume.

Mandelsteinartiger Thonstein. Thonmandelstein. Thonsteingrundmasse mit Mandelsteinstructur. In den Blasenräumen finden sich Kalkspath, Zeolithe, Grünerde, Amethyst, Chalcedon, Achate, Quarz.

2. *Eisenthon.* (Wacke, vieler Autoren.) Umfasst die dunkler gefärbten, eisenreichen Abänderungen, deren sp. Gew. von 2.4 bis 2.8 geht, die vermöge ihres starken Eisengehaltes vor dem Löthrohr zu einem grünschwarzen Glase schmelzen.

Dichter Eisenthon. Dichte Eisenthonmasse.

Eisenthonporphyr. Zeigt, mit Ausnahme der Grundmasse, dieselben Verhältnisse, wie der gemeine Thonporphyr.

Mandelsteinartiger Eisenthon. Eisenthonmandelstein. Eisenthongrundmasse mit Mandelsteinstructur, die Blasenräume sind, wie beim gemeinen Thonmandelstein, mit verschiedenen Mineralien ausgefüllt, am häufigsten mit kohlensaurem Kalk von körniger oder späthiger Beschaffenheit. Die Kalkkügelchen liegen mitunter in ausserordentlicher Menge in der Grundmasse von Hirsekorngrösse bis zum Durchmesser von einigen Linien. Häufig sind sie von einer dünnen Schale von Grünerde überkleidet. Manchmal ist auch die thonige Grundmasse ganz von Kalk durchdrungen. (Wie beim sogenannten *Kalktrapp* des Schalsteingebirges.)

Schlackiger Eisenthon. Eisenthongrundmasse mit vielen unbestimmt begrenzten Blasenräumen und einem schlackenartigen Ansehen.

Schwammiger Eisenthon. Eisenthongrundmasse mit einer ausserordentlichen Menge von Blasenräumen, die nur ganz dünne Scheidewände zwischen sich haben. Das Gestein wird dadurch sehr locker, und hat ein schwammartiges Ansehen.

Die Porphyre und Mandelsteine beider Varietäten des Thonsteins enthalten oft schwarzen *Augit*, sowohl in einzelnen Krystallen, als in Körnern. Die Quarzkörner fehlen alsdann. Dagegen zeigt sich Glimmer, Hornblende, Magneteisenstein, Pistacit, Bitterspath. Die Farbe der Gesteine ist durch den Augit dunkler, bei der gemeinen Thonsteingrundmasse oftmals beinahe schwarz, häufig schwärzlichgrau. Oefter liegen auch zahlreiche *Feldspathkrystalle* in dem Teige. Das specifische Gewicht dieser augitischen Massen ist etwas grösser, als das der gewöhnlichen Porphyre und Mandelsteine, und beträgt gewöhnlich 2.75. Hierher gehört ein Theil des Gesteins, welches man in neuester Zeit *Augit-Porphyr, schwarzen Porphyr* genannt hat. Wir wollen die augitführenden Porphyre und Mandelsteine, mit einem Teige von Thonstein, *augitische Thon-* oder *Eisenthonporphyre*, *augitische Thon-* oder *Eisenthonmandelsteine*, nennen.

Die verschiedenen Abänderungen des Thonsteins werden sämmtlich, mehr und weniger, von der Witterung angegriffen. Sie werden an der Oberfläche klüftig, es lösen sich nach und nach eckige Stücke von der Masse los, und diese bedecken den Abhang der Berge. Man sieht namentlich die Seiten solcher Thonporphyr-Berge mit Geschieben überdeckt, die aus schiefrigem Porphyr zusammengesetzt sind. Nur sehr langsam aber verwandeln sich die losgetrennten Bruchstücke in Erdreich, und die Erde, welche aus ihrer Zersetzung hervorgeht, bindet, wenn der Eisengehalt gross ist, das Wasser wenig, und trocknet schnell aus. Daher gedeihen auf dem eisenreichen Thonboden auch nur Pflanzen, welche die Trockenheit lieben.

Man benutzt dieses Gestein, insbesondere die quarzführende Abänderung mit Porphyrstructur, als Baustein und Strassenmaterial.

37. Gestein. Thonschiefer.

Feste, dichte, oft sehr kieselreiche, gleichartige *Thonmasse*, von ausgezeichneter schiefriger Structur und vorherrschend grauer Farbe. Ihre Hauptbestandtheile, *Kieselerde* und *Thonerde*, sind häufig in einem solchen Verhältnisse in der Grundmasse vorhanden, dass der Sauerstoff der Kieselerde dreimal so gross ist, als derjenige der Thonerde, oder dieser und der anderen Basen, welche in geringerer Menge mit ihr vorhanden sind, als wie Kalkerde, Bittererde, Kali, Eisenoxyd.

Bei vielen Thonschiefern stimmt die Zusammensetzung nahe mit einer solchen überein, die aus 1 Atom Thonerde und 3 Atomen Kieselerde besteht (Al_2O_3, $3SiO_2$). Damit sind in abweichenden Verhältnissen kleinere Mengen von Silicaten der genannten Erden des Eisenoyduls und des Kali vereiniget. Eisenoxyd vertritt manchmal einen Antheil Thonerde. Auch ist etwas kohlensaurer Kalk eingemengt.

Zusammensetzung des Thonschiefers von

Gaggenau bei Baden, nach C. HOLZMANN.

		Sauerstoff.
Kieselerde	64.34	33.42
Thonerde	23.90	11.17
Eisenoxyd	9.70	2.98
Wasser	2.22	1.97
	100.16	

Niederselters in Nassau, nach FR. WIMPF.*)

		Sauerstoff.
Kieselerde	79.17	41.12
Thonerde	10.42	4.87
Eisenoxydul . . .	6.27	1.96
Wasser	2.78	
	98.64	

*) Dieser Thonschiefer hat eine aschgraue Farbe und wird an der Luft nach und nach gelb. Das Eisenoxydul verwandelt sich in Eisenoxydhydrat.

Zusammensetzung des Thonschiefers von Dunmeniss in Downshire, nach STOKES.

		Sauerstoff.
Kieselerde	59.4	30.84
Thonerde	17.4	8.12
Eisenoxyd	11.6	3.55
Kalkerde	2.1	0.59
Talkerde	2.2	0.85
Wasser	6.4	
	99.1	

II. FRICK'S *Analysen der Thonschiefer von*

	Gosslar.	*Benndorf bei Coblenz.*	*Lehesten in Thüringen.*
Kieselerde	59.92	62.59	64.58
Thonerde	14.89	16.88	17.10
Eisenoxyd	9.03	8.42	7.43
Bittererde	4.42	2.20	2.29
Kalkerde	0.57	0.24	0.16
Kali	2.75	3.31	2.93
Kohlensaurer Kalk	2.43	1.22	0.53
Wasser	4.45	4.03	4.08
Kupferoxyd	0.25	0.13	0.30
Kohle und Verlust	1.35	0.92	0 00
	100.00	100.00	100.00

Diese Analysen bestätigen obige Angabe und zeigen auch, wie manchmal die Kieselerde in einem Verhältnisse vorhanden ist (Thonschiefer von Niederselters), in welchem sie ein höheres Silicat bilden kann, das hier sich der Verbindung $Al_2O_3, 5SiO_2$ nähert, wobei auch ein Antheil Kieselerde mit FeO verbunden ist. Nicht selten ist die Kieselerde in einem so grossen Verhältnisse vorhanden, dass offenbar ein Theil derselben unverbunden mechanisch durch die Masse vertheilt ist, der mitunter stellenweise *ausgeschieden* erscheint. Die gewöhnliche Gleichartigkeit der Thonschiefermasse und ihre chemische Beschaffenheit berechtigen zu der Annahme, dass sie eine den *Thonen* ähnliche Constitution hat und wie diese als ein Produkt der Zersetzung feldspathiger Mineralkörper ist. Einzelne *Glimmerblättchen*, Körner von *Quarz* und *Feldspath*, die man an gewissen Oertlichkeiten findet, gehören nicht zu seiner Zusammensetzung. Gepulverter Thonschiefer giebt mit Wasser keinen plastischen Teig und unterscheidet sich dadurch wesentlich von den gewöhnlichen zerreiblichen Thonen, die eine der seinigen ähnliche Zusammensetzung haben. Sein höheres sp. Gew., das zwischen 2.6 bis 3.1 liegt, zeigt seine grössere durch Zusammenziehung seiner Theile entstandene Dichtigkeit. Durch Behandlung mit Schwefelsäure, wodurch die zerreiblichen Thone vollständig zerlegt werden, erfolgt die Zerlegung des Thonschie-

fers nur unvollständig. Er verhält sich im Ganzen wie ein Thon, der längere Zeit einer höheren Temperatur ausgesetzt war.

Der *Kupfergehalt*, welchen *Frick* in den untersuchten Thonschiefern fand, hat nichts Characteristisches; er ist so allgemein in allen eisenhaltigen Gesteinen, dass man nur ausnahmsweise solche antrifft, die ganz kupferfrei sind. Der Grad der Strengflüssigkeit des Thonschiefers ist von der Beimengung der Oxyde des Eisens und des kohlensauren Kalkes abhängig; er schmilzt um so leichter, je mehr er von diesen enthält. Kieselreiche höchst feinkörnige Abänderungen werden als Wetzsteine gebraucht und *Wetzschiefer* genannt. Sie haben in der Regel hellere Farben, sind öfters hellgrau oder hellgelb, und bilden schmale Lagen oder Streifen, die theils parallel der Schieferung liegen, theils die Ebene derselben schneiden. In Deutschland kommt diese Abänderung vorzugsweise in den Thonschieferbildungen des Thüringerwaldes vor, bei *Saalfeld* und bei *Sonnenberg*, von wo aus sie in grossen Mengen in zubereiteten Stücken in den Handel kommen. Das wichtigste Vorkommen des Wetzschiefers ist aber unstreitig in der Thonschieferbildung der Ardennen zu *Salm-Chateau*, Canton *Vieil-Salm*. Der hier gewonnene gelbe *Wetzschiefer* (pierre à rasoirs) wird durch ganz *Europa* und selbst nach *America* verkauft.

Wir unterscheiden:

Reiner Thonschiefer. Thonschiefermasse ohne fremdartige Beimengungen. Gewöhnlich von lichtgrauer Farbe und dünnschiefrig.

Glimmeriger Thonschiefer. Thonschiefermasse mit Glimmerblättchen, die, bald mehr bald weniger zahlreich, zwischen den einzelnen Schieferlagen des Gesteins sich befinden. Dabei erscheint der Thonschiefer bisweilen als ein Mittelgestein zwischen den reinen Schiefern und dem *Glimmerschiefer*. Dies ist namentlich dann der Fall, wenn dabei noch Quarz deutlich unterscheidbar vorhanden ist. Bisweilen verschwindet der Quarz fast gänzlich und es lässt sich das glänzende Gestein alsdann zu feinen Glimmerblättchen und Thontheilen zerreiben.

Kieseliger Thonschiefer. Bald reine, bald glimmerführende kieselreiche Thonschiefermasse, in welcher sich Quarz in kleinen Körnern oder in einzelnen Zwischenlagen findet. Bei Gegenwart von Glimmer erscheint das Gestein mitunter als eine Verbindung von höchst feinen glänzenden Glimmerblättchen, die von parallelen Quarzlagen durchzogen sind, welche sich bald auskeilen, bald bedeutend verdicken. Manchmal wird auch der Quarz so vorherrschend, dass er in dicken Wülsten oder linsenförmigen Parthieen auftritt, deren Oberfläche mit glänzenden Glimmerblättchen überzogen ist. Durch das Ueberhandnehmen des Quarzes verläuft der Thonschiefer in einen wahren *Quarzschiefer*.

Die Farbe, sowohl des glimmerigen als des quarzigen Thonschiefers, ist sehr verschieden. Die im Allgemeinen vorkommende graue Farbe verläuft sich ins Gelbe, Blaue, Grüne, Braune und

Rothe. Oefters erscheint der glimmerige Thonschiefer so stark von Eisenoxyd imprägnirt, dass er eine kirsch- oder bräunlichrothe Farbe hat, und als ein armer Eisenstein betrachtet werden kann. Auch zeigen beide Abänderungen nicht selten neben der schiefrigen Structur eine unvollkommen prismatische, durch welche beim Zerschlagen des Gesteins griffelähnliche Stücke entstehen *(Griffelschiefer)*.

Porphyrartiger Thonschiefer. Verschiedene Thonschiefer-Abänderungen schliessen kleine Krystalle von *Feldspath* ein und haben Aehnlichkeit mit einem Porphyr. In dieser Beziehung zeichnen sich vor allen die *porphyrartigen* Dachschiefer (l'ardoise porphyroide nach *Omalius d'Halloy*) von *Deville* in den Ardennen aus. Die Grundmasse ist ein schwarzgrauer, quarziger Dachschiefer. In ihm liegen durchscheinende, kugelige *Quarzkörner* und scharf ausgebildete, weisse *Feldspathkrystalle* von 3 bis 4 Linien. Ausserdem liegen aber auch noch eigrosse, unregelmässige Stücke von Feldspath darin, welche weniger vollkommen spaltbar sind. Mit zunehmendem Verhältniss der Grundmasse wird das Ansehen dem gewöhnlichen Dachschiefer ähnlicher. Die kugeligen Quarzkörner und die Feldspathkrystalle, von welchen viele Zwillinge, machen den Schiefer grobkörnig. Verschwinden die Feldspathkrystalle und erscheinen an ihrer Stelle spaltbare Körner, die der Grundmasse in grosser Menge und innig eingemengt sind, so verliert sich der krystallinische Charakter des Gesteins und es hat die Beschaffenheit eines groben Schiefers.

Von ähnlicher Beschaffenheit sind die Glieder des Cornwaller Schiefergebirges, welche *Boase* unter den Namen *Cornubianite* und *Proteolite* beschrieben und *Forbes* früher als *slaty felspar rock* aufgeführt hat. Bei allen Abänderungen des Thonschiefers, in denen krystallisirte oder deutlich theilbare Mineralien, welche Silicate sind, eingeschlossen liegen, hat die Grundmasse, nach oder bei ihrer ersten Bildung, Veränderungen erlitten, wobei jene Mineralien gebildet wurden. Da man solche vom Typus des Thonschiefers abweichende Varietäten, in der Regel in der Nähe von Graniten, Porphyren u. s. w. findet, so ist man berechtigt, dieselben als *Umbildungen* zu betrachten, welche durch den Einfluss jener Gesteine hervorgebracht worden sind.

Kohliger Thonschiefer. Die Grundmasse dieser Varietät ist ein glimmerarmer, kieseliger Thonschiefer, welcher seiner ganzen Masse nach so stark von Kohle durchdrungen ist, dass er eine dunkel graulichschwarze oder sammetschwarze Farbe hat. Gewöhnlich zeigt er auf den Structurflächen einen eigenen Schimmer. Durch Glühen an der Luft wird er weiss. Häufig besitzt er eine ausgezeichnet dünnschiefrige und geradeschiefrige Structur, welche ihn als Material zur Bedachung sehr tauglich macht *(Dachschiefer)*. Seine Structur wird mit wachsender Menge der Kieselerde dickschiefrig und unvollkommen schiefrig. Gemeiniglich enthält diese Varietät Krystalle und Nie-

ren von Schwefelkies. Für die Rheingegenden sind die Dachschieferbrüche zu *Caub* am Rhein, für Mitteldeutschland diejenigen bei *Lehesten* am Thüringerwald, für die Niederlande und Nordfrankreich die Brüche zu *Deville* und bei *Vieil-Salm* in den Ardennen von grossem Interesse. Nicht selten kann man an dem kohligen Thonschiefer Structurverhältnisse beobachten, welche bei den übrigen Varietäten dieses Gesteins zwar beinahe immer angedeutet, aber niemals so deutlich ausgesprochen sind, als wie bei dieser Abänderung. Man erhält nämlich öfters bei sorgfältiger Spaltung des schwarzen Thonschiefers ein *schiefes rhombisches Prisma* als wahre Theilungsgestalt. Die Seitenflächen machen Winkel von ungefähr 60° und 120°, mit dem Anlege-Goniometer gemessen. Sehr oft zeigen verschiedene Thonschieferabänderungen eine zarte *Streifung* und *Fältelung*, theils parallel mit der Schieferlage, theils einen Winkel mit derselben bildend.

Thonschiefer, der so viele kohlige Theile enthält, dass er brennt, wird *Brandschiefer* genannt.

Kalkiger Thonschiefer (Calschiste, Kalkthonschiefer). Mit vorherrschender Thonschiefermasse ist kohlensaurer Kalk gemengt in Blättern, die mit den Schieferlagen parallel laufen, in länglichten Parthieen, oder auch in kleineren und grösseren Knoten. Auch ist die Kalkmasse öfters fein durch die ganze Thonschiefermasse zersprengt, und diese braust dann mit Säuren. Manchmal nimmt diese Varietät auch Mandelstein-Structur an.

Fruchtschiefer oder *Fleckschiefer* nennt man in Sachsen eine Thonschieferabänderung, die glimmerführend ist und in ihrer Masse rundliche oder längliche, selten garbenförmige, dunkelgefärbte Parthieen enthält, die aus einer von der Grundmasse etwas verschiedenen Substanz bestehen. Sie treten bald als kleine rundliche Flecken auf den Schieferflächen auf, bald erscheinen sie als braune, schwärzlichgrüne bis grünlichschwarze Concretionen. Aehnliche Einschlüsse enthaltende Gesteinsabänderungen werden mitunter auch *knotige* Schiefer genannt.

Ausser den schon genannten Mineralien enthält der Thonschiefer noch mehrere andere als Beimengungen, von welchen insbesondere der *Chiastolith* bemerkenswerth ist. Man findet Krystalle von Chiastolith sehr oft und nur im Thonschiefer, und zuweilen in ausserordentlicher Menge. Das ausschliessliche Vorkommen des *Chiastoliths* im Thonschiefer steht wohl in der allernächsten Beziehung zur chemischen Constitution dieses Gesteins. Jenes Mineral besteht bekanntlich aus *einfach kieselsaurer Thonerde* im wasserfreien Zustande. Seine Zusammensetzung, Al_2O_3, SiO_2, kann sich aus der Thonschiefermasse selbst gestalten, in welcher seine Elemente vorherrschen, denen die Fähigkeit zukommt, sich in verschiedenen Verhältnissen mit einander zu verbinden. Unter welchen Umständen diess erfolgen kann, werden wir versuchen später zu zeigen.

Auch *Staurolith*, *Chlorit*, *Talk* kommen öfters im Thonschiefer vor.

Pistazit, Hornblende, Granat, Turmalin sind seltenere Beimengungen.

Der kohlige Thonschiefer wird durch Aufnahme von mehr Kieselerde dem Kieselschiefer sehr ähnlich; der quarzige Thonschiefer verläuft beim Ueberhandnehmen der Quarz- und Feldspathkörner in Grauwackenschiefer; durch Anhäufung von Glimmer und Quarz nähert er sich dem Glimmerschiefer; eine grössere Quantität von Chlorit bringt ihn dem Chloritschiefer nahe.

Durch die Witterung wird der Thonschiefer in dem Maasse stärker angegriffen, als er ärmer an Quarz und dünnschiefriger ist. Die äusserste, der Luft ausgesetzte Lage, so wie die Spaltungs- und Kluftflächen, beschlagen gelb oder braun. Eine Ausnahme hievon macht der kohlige, schwarze Thonschiefer, der dieses Verhalten nur selten zeigt. Bald löst sich das zu Tage ausgehende Gestein in Blättern ab, und zerfällt nach und nach zu einem Haufwerk von kleinen Schiefern, und diese wandeln sich allmälig in einen thonigen, fruchtbaren Boden um. Namentlich liefert der quarzige Thonschiefer einen äusserst fruchtbaren Boden, indem der Quarz sehr viel zur Lockerheit und Wärmebindungsfähigkeit desselben beiträgt. Auch die dem Gesteine häufig zukommende dunkle Farbe, trägt viel zur Erwärmung des Bodens bei, welche insbesondere für den Rebstock vortheilhaft ist. Das Thonschiefergebirge gehört daher in die Reihe der ersten Weingebirge, wie es der Rheingau beweist, und ist nicht weniger der Forstcultur günstig.

Der Thonschiefer, welcher viel *Schwefelkies*, namentlich *Binärkies*, enthält, beschlägt bei der Verwitterung mit einem weissen Pulver, welches zum grössten Theil aus schwefelsaurer Thonerde besteht. Solcher Thonschiefer kann zur Alaunfabrikation angewendet werden, wenn er reich genug an Kies ist, und wird alsdann *Alaunschiefer* genannt.

Vom Thonschiefer wird vorzüglich die kohlige, dünn- und geradeschiefrige Varietät zum Dachdecken angewendet. Der mehr kieselige schwarze Thonschiefer wird vorzüglich zu *Tischplatten* und *Schreibtafeln* benutzt. Aus den berühmten Schieferbrüchen bei *Lehesten* am Thüringer Wald, werden jährlich 32,000 Schock Schiefertafeln versendet. Die *Griffel* werden in grosser Menge aus dem *Griffelschiefer* bei *Hasenthal* und *Steinheide* am Thüringer Walde gemacht. Der eisenreiche wird verschmolzen.

38. Gestein. Schalstein (Blatterstein. Spilite).

Gemenge von *schiefriger Thonmasse* mit *kohlensaurem Kalk* und *Chlorit* oder *Grünerde.* Dickschiefrig; braust mit Säuren auf; riecht beim Befeuchten thonig und hat im Allgemeinen unreine graue und grüne Farben.

Die genannten Gemengtheile sind bei diesem Gestein in sehr abweichenden Verhältnissen mit einander verbunden und dadurch

werden die mannigfaltigsten Abänderungen gebildet, so wie die allmähligsten Uebergänge in die Gesteinsmassen, welche aus den einzelnen selbstständig auftretenden Gemengtheilen bestehen.

Seltener sind diese so mit einander verbunden, dass eine vorwaltende schiefrige Thonmasse von weissen späthigen Kalktheilchen gleichmässig durchdrungen und durch Chlorit oder Grünerde gleichförmig gefärbt ist. Von dieser gleichsam mittleren Beschaffenheit des Gesteins zeigen sich zahlreiche Abweichungen.

Es lassen sich folgende Hauptabänderungen unterscheiden:

Thoniger Schalstein. In der vorherrschenden grauen, dickschiefrigen Thonmasse ist kohlensaurer Kalk in unsichtbar kleinen Theilchen verbreitet. Grünerde liegt darin sparsam und gleich vertheilt, oder in einzelnen blättrigen Parthieen. Eisenoxyd oder dessen Hydrat färben fleckig hellroth oder gelb.

Kalkiger Schalstein. Kohlensaurer Kalk ist reichlich eingemengt, liegt in einzelnen Körnern in der thonigen Grundmasse und durchzieht das Gestein in Schnüren und Adern. Chlorit oder Grünerde sind in verschiedenem Verhältnisse beigemengt und üben darnach einen Einfluss auf die Farbe des Gesteins aus.

Chloritischer Schalstein. Chlorit ist der Thonmasse in solchem Verhältnisse beigemengt, dass es dadurch eine intensiv grüne Farbe hat. Kalk liegt in einzelnen Körnern in der Masse zerstreut und in Schnüren und Trümmern ausgesondert, mit rein weisser Farbe.

Quarzführender Schalstein. Hirsekorngrosse Kügelchen von grauem *Quarz* liegen zahlreich in die thonige *kalkfreie* Grundmasse eingeschlossen. Einzelne langgezogene Drusenräume sind mit wasserhellen kleinen *Quarzkrystallen* ausgekleidet. Diese Abänderung ist durch ihren Quarzgehalt ausgezeichnet, der in den übrigen fehlt. Dabei ist die gänzliche Abwesenheit von Kalk und von Chlorit bemerkenswerth. Es ist mir dieselbe bis jetzt nur von Willmar, Amt Runkel in Nassau, bekannt.

Porphyrartiger Schalstein. Es liegen in einer von Kalk-Carbonat durchdrungenen eisenreichen Grundmasse von dunkelgraurother Farbe, hellgraue Feldspath-Krystalle, Blättchen von Kalkspath oder Talk.

Mandelsteinartiger Schalstein (Blatterstein). Es liegen in der Schalstein-Grundmasse Kugeln von Kalkspath oder Kalkstein, die nur selten etwas platt gedrückt sind, in welchem Falle die Sphäroide, so in der Masse liegen, dass ihr grösserer Durchmesser mit den Schichtungsflächen parallel ist. Diese Kugeln oder Sphäroiden sind in der Regel scharf von der sie umschliessenden Masse abgesondert, und lassen sich leicht aus ihr herausschälen. Ihre Oberfläche ist etwas rauh und matt. Ihr Durchmesser geht von einer Linie bis zu einem Fuss, selten darüber. Mitunter liegen sie sehr gedrängt aneinander, und zuweilen sind sie so klein, dass man sie selbst mit dem bewaffneten Auge nur schwer erkennen kann. Es kommen in dem Gesteine aber auch hin und wieder grössere Parthieen von Kalk

vor, die nicht selten eine unbestimmte Form haben, sich mehr verzweigen und endlich in der Masse verlieren.

Das Ansehen des Schalsteins ist ausserordentlich verschieden, und daher kommt es wohl, dass man seine Constitution so verschieden, und mitunter sehr unrichtig angegeben hat. Die vorstehende Charakteristik macht keineswegs Anspruch auf vollkommene Richtigkeit; sie wurde indessen theils an Ort und Stelle, bei einer aufmerksamen Untersuchung des Schalsteingebirges der Lahngegenden, theils im Laboratorium, unter Anwendung der chemischen Analyse, nach guten Handstücken entworfen, und dürfte daher des Unrichtigen nicht sehr viel enthalten.

Das Ansehen des Gesteins variirt, je nach der relativen Quantität der Gemengtheile. Herrscht die Thonschiefermasse vor, so ist die Farbe grau, das Gestein ist vom kalkigen Thonschiefer in einzelnen Handstücken nicht zu unterscheiden, und verläuft vollkommen in Thonschiefer. Hat der Chlorit die Oberhand, so ist seine Farbe lauchgrün oder berggrün, und es verläuft in Chloritschiefer. Waltet der Kalk vor, so ist die Farbe licht-, gelblich-, grünlich- oder graulichweiss, der Zusammenhang gering, das Gestein löst sich grösstentheils in Säuren auf, und geht in einen unreinen, thonigen Kalkstein über. Man sieht, namentlich im Lahnthale, Lager von Kalkstein, welche Schalstein einschliessen, und eben so findet man Kalkstein von Schalstein umschlossen.

Die an Thonschiefermasse reiche Schalstein-Abänderung widersteht der Witterung am längsten, und verhält sich bei der Verwitterung im Allgemeinen wie Thonschiefer. Die kalkige Abänderung zerfällt an der Luft bald. Der chloritreiche Schalstein der mandelsteinartigen Varietät verwittert um so langsamer, je dickschieferiger er ist. Die Kalkkugeln fallen an der Oberfläche des Gesteins heraus, und dieses erhält dadurch ein poröses Ansehen. Gewöhnlich wird es aussen braun. Der Boden, den der Schalstein bei der Verwitterung liefert, ist sehr fruchtbar, den kalkreichen Schalstein ausgenommen, welcher der Vegetation weniger günstig ist.

VII. Reihe. Kalkgesteine.

Gesteine, deren Hauptmasse oder charakterisirender Gemengtheil aus *kohlensaurem Kalke* besteht. Die Masse dieser Gesteine leuchtet sehr stark, wenn man sie glüht, und brennt sich kaustisch; sie braust mit Säuren auf.

39. Gestein. Kalkstein (Calcaire).

Die Hauptmasse dieses Gesteins ist kohlensaurer Kalk.

Man unterscheidet in der Geognosie mehrere Varietäten:

Reiner Kalkstein. Enthält eine unbedeutende Quantität von Thon, Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat oder Eisenoxydul-Carbonat.

a) *Körniger Kalkstein* (Statuen-Marmor). Die Zusammensetzungsstücke sind theils deutlich unterscheidbar, grob-, klein- und feinkörnig, theils nicht mehr zu unterscheiden, wobei jedoch immer noch ein geringer Grad von Durchsichtigkeit vorhanden ist. Alle solche Abänderungen, die häufig von weiser, in's Graue, selten in's Rothe fallender Farbe sind, werden *Marmore* genannt. Heutzutage ist seiner Schönheit wegen besonders der Marmor von *Carara* in den Apenninen geschätzt. Er steht dem von den Alten hochgeschätzten statuarischen Marmor der Insel *Paros* am nächsten. Dieser ist blendend weiss, von mittlerem, sehr gleichförmigen Korn, etwas durchscheinend und sehr lieblich schimmernd. Wie sehr ihn die alten Griechen schätzten, beweist der beschwerliche und kostspielige *unterirdische* Bau, den sie darauf führten. Oft wurde der Parische Marmor von den Alten auch *λίθος λυχνεύς* genannt, wahrscheinlich, weil er bei Lampenlicht (*λύχνος*, eine Lampe) gehauen wurde. Der *Pentelische* Marmor, vom Gebirge *Pentelikon* in Attika, im Alterthum meist nur der Stein Attikas genannt, ist feinkörniger als der Parische Marmor, und hat einen gelblichen Schein, welcher an der Witterung sich zu einem zarten gelben Ueberzug gestaltet, während der Parische stets blendend weiss bleibt. Er wurde auch vielfältig zu Statuen verwendet, welche nächst denen aus Parischem Marmor, die geschätztesten in Hellas waren. Aus Pentelischem Marmor sind die Tempel in und um Athen gebaut, das Parthenon, der Tempel des Theseus, die Propyläen, der Tempel des Zeus Olympios und viele andere Riesenwerke der alten Athener. Auch der *Hymettos* über Athen lieferte guten Marmor zu Bauwerken. Die *hymettischen* Balken für Tempel waren wohl lange Stücke Marmor. Zuweilen enthält dieser Kalkstein fremdartige Beimengungen. Es liegen hin und wieder Feldspathkrystalle in der körnigen Grundmasse, oder Augit-, Quarz-, Granat-, Hornblende-Krystalle, Blättchen von Talk oder Glimmer. Al. Brongniart hat den körnigen Kalkstein mit den erstgenannten Beimengungen als eine eigene Gebirgsart unterschieden, die er *Calciphyre* nennt, und führt als Varietäten auf: *Calciphyre feldspathique*, *proxenique*, *pyropien*, *amphibolique*. Aus dem Glimmer und Talk führenden körnigen Kalkstein macht er wiederum eine besondere Gebirgsart, und nennt diese *Cipolin*. Der marmo Cipollino, den man im Tempel der Faustina zu Rom verarbeitet sieht, ist nämlich ein mit Glimmer und Talk gemengter körniger Kalkstein. Hierin ist Al. Brongniart wohl etwas zu weit gegangen. Soll es mit der Geognosie dahin kommen, dass man nach Beimengungen, die ganz örtlich sind, eigene Gesteine macht?

b) *Dichter Kalkstein.*

Gemeiner dichter Kalkstein (Calcaire compacte).

Schiefriger dichter Kalkstein (Calcaire compacte schisteux).

c) *Rogenartiger Kalkstein* (Rogenstein, Oolith, Calcaire oolithe).

d) *Erdiger Kalkstein.*

Feinerdiger (Kreide, Craie).

Groberdiger (Grobkalk, Calcaire grossier).

Thoniger Kalkstein (Mergelkalkstein, Calcaire marneux). Kalkstein, welcher bei der Auflösung in Salzsäure einen beträchtlichen Rückstand von Thon hinterlässt, d. i. ein Gemenge von Kieselerde und Thonerde, welches gewöhnlich auch etwas Eisen enthält. Der Thongehalt steigt bis auf 20 %. Der Kalkstein riecht beim Anhauchen schwach thonig, hat einen unebenen, ins Erdige verlaufenden Bruch, und gewöhnlich eine schmutzige gelbe oder graulichweisse Farbe.

Kohliger Kalkstein (Lucullan, Calcaire Lucullite). Durch kohlige Theile schwarz gefärbter Kalkstein. Er entwickelt bei der Auflösung in Salzsäure öfters Schwefelwasserstoff, und riecht widrig beim Zerreiben (Stinkkalk).

Bituminöser Kalkstein. (Calcaire bitumineux). Durch bituminöse Theile schwarz gefärbter Kalkstein, welcher beim Erwärmen einen bituminösen Geruch ausgibt, auf glühenden Kohlen nicht selten eine zeitlang mit Flamme brennt, und im freien Feuer seine dunkle Farbe verliert und grau wird.

Kieseliger Kalkstein (Kieselkalk, Calcaire siliceux). Von Kieselmasse durchdrungener Kalkstein, welcher häufig porös und voll Blasenräume ist. Die Wandungen der Blasenräume haben oftmals einen kieseligen stalactitischen Ueberzug, oder enthalten kleine Quarzkrystalle. Bei der Auflösung in Salzsäure bleibt ein beträchtlicher Rückstand von Kieselerde.

Kalktuff (Calcaire concrétionné, Travertino). Graulich- und gelblichweisser Kalkstein, von unebenem oder erdigem Bruche, mit zahlreichen Höhlungen und Blasenräumen, deren Inneres gewöhnlich mit Kalkspath ausgekleidet ist, welcher eine tropfsteinartige, nierenförmige, äussere Gestalt hat, und bisweilen, wenn die Höhlungen gänzlich wieder zugewachsen sind, als regelmässige, weisse Flecken erscheint. Der Kalktuff schliesst häufig organische Reste ein. Land- und Süsswasser-Pflanzen, Süsswasser-Conchylien finden sich häufig darin, doch niemals Producte des Meeres. Nicht selten hat der Kalktuff dieselbe äussere Gestalt, welche die organische Substanz besass, über welche der Erguss der Kalkmasse Statt gefunden hat.

Die Anwendungen der verschiedenen Varietäten des Kalksteines, können als bekannt vorausgesetzt werden. In Beziehung auf den Kalktuff ist bemerkenswerth, dass er erst an der Luft stärker erhärtet, so auch der römische Travertino, der dann gewöhnlich einen röthlichen Farbenton annimmt, welcher den aus ihm erbauten Monumenten einen eigenthümlichen Charakter gibt, und nicht wenig dazu beiträgt, den imponirenden Eindruck der Pracht und Majestät zu erhöhen, den sie erregen. Die reineren Abänderungen des Kalksteins werden von der Witterung wenig angegriffen. Sie erleiden eine vorzugsweise mechanische

Zerstörung. Die thonigen Abänderungen werden dagegen ziemlich stark angegriffen, und zerfallen, wiewohl sehr langsam, in einen kalkreichen Boden, welcher im Allgemeinen mager und trocken, und der Vegetation nicht sehr günstig ist.

40. Gestein. Dolomit (Dolomie).

Chemische Verbindung von *kohlensaurem Kalk* und *kohlensaurer Bittererde.* Härter und schwerer als Kalkstein. Das sp. Gew. nicht unter 2.8. Löst sich gepulvert in Salzsäure weit langsamer auf, als Kalkstein, und braust damit weit schwächer als dieser. Wird die Auflösung, durch Abrauchen bis zur Trockenheit, von freier Säure befreit und die Salzmasse hierauf wieder in Wasser aufgelöst, so bewirkt zu dieser Auflösung hinzugefügtes Kalkwasser einen weissen flockigen Niederschlag von *Bittererdehydrat.*

Die reinen Dolomite bestehen aus einer chemischen Verbindung von 1 Atom Kalkcarbonat und 1 Atom Bittererdecarbonat ($CaO, CO_2 + MgO, CO_2$) und enthalten

Kalkcarbonat	54.35
Bittererdecarbonat	45.65
	100.00

Dieses Verhältniss der beiden Carbonate ist bei allen wahren Dolomiten vorhanden, auch wenn sie durch eingemengten Thon oder Sand, durch einen grösseren oder kleineren Eisengehalt, oder durch kohlige und bituminöse Theile verunreiniget sind. Es kommen aber auch häufig Dolomite vor, welche zum Theil *Rauhwacke*, *Rauchkalk* genannt werden, bei welchen in der Regel 4 Atome Kalkcarbonat mit 3 Atomen Bittererdecarbonat verbunden sind, und der Gehalt an diesem nur 38 Procent beträgt. Endlich scheinen manche Dolomite, bei welchen keines der genannten Verbindungsverhältnisse vorhanden ist, Gemenge von beiden zu sein, indem sie öfters in Drusenräumen und auf Klüften Rhomboëder des wahren Dolomits (Bitterspath) führen.

Körniger Dolomit (Dolomie granulaire).

Dichter Dolomit (Dolomie compacte).

Die Verwendung des als Gestein im Grossen vorkommenden Dolomits, zum Beschlagen der Strassen, ist in Gegenden, wo man ihn statt des gewöhnlichen Kalksteins verwenden kann, sehr nützlich, da er viel härter ist. Reine Abänderungen können zur Bereitung von Bittersalz verwendet werden. Ich bemerke noch insbesondere, dass er sich im gebrannten Zustande sehr langsam löscht, und dass das Löschen am besten mit warmem Wasser geschieht. Bei der Mörtelbereitung nimmt man auf 1 Theil Dolomit 1½ Theil reinen Quarzsand.

Es ist nöthig, dass man diesen Mörtel unmittelbar nach der Bereitung verarbeitet. Lässt man den gelöschten Dolomit, ehe man ihn zu Mörtel verwendet, einige Zeit in der Grube liegen, was man beim gemeinen Kalke zu thun gewohnt ist, so taugt er nachher wenig mehr. Durch Einwirkung der Atmosphärilien wird der körnige Dolomit nach und nach lockerer. Die an sich locker körnige Abänderung zerfällt bald in Grus.

41. *Gestein.* *Mergel (Marne).*

Gemenge von *kohlensaurem Kalk* oder Dolomit und *Thon*, bei welchem der letztere nicht unter 20 und nicht über 60 Procent beträgt. Weicher als Kalkstein. Bruch erdig. Riecht beim Anhauchen stark thonig. Braust mit Säuren auf, und wird mit Wasser mehr und weniger plastisch. Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat erscheinen als färbende Beimengungen. Oefters ist ihm auch Quarzsand beigemengt, und hin und wieder Bitumen. Man unterscheidet vier Varietäten.

1. *Kalkmergel* (Marne calcaire).

Mergel mit vorwaltendem Kalk, der bis 75 Procent beträgt. Farbe weiss, grau, gelb.

a) *Dichter.* Mit unregelmässigen Zerklüftungen.

b) *Schiefriger.* Dick- oder dünnschiefrig abgesondert. Diese Abänderung ist zuweilen bituminös, hat alsdann eine graulichschwarze Farbe und wird *bituminöser Mergelschiefer* genannt.

c) *Erdiger.* Kalkmergel, welcher aus lose verbundenen, erdigen, mager anzufühlenden, etwas abfärbenden Theilen besteht (Mergelerde). Auch diese Abänderung enthält manchmal Bitumen.

d) *Tuffartiger* (Mergeltuff). Poröser, löcheriger Kalkmergel, mit Abdrücken oder als Ueberzug von organischen Resten.

2. *Dolomitmergel* oder *dolomitischer Mergel.*

Wie das Kalkcarbonat, so ist auch der Dolomit in seinen Abänderungen oft mit Thon oder Sand gemengt und bildet einen, bisweilen mit Glimmerblättchen untermengten, Mergel. Man kann *thonigen* und *sandigen* Dolomitmergel unterscheiden. Als Beweise führe ich nachstehende Analysen von C. G. Gmelin an.

Thoniger Dolomitmergel vom Spitzberg bei Tübingen. Dünnschiefrig, grünlichgrau; sp. Gew. = 2.64.

Kohlensaurer Kalk	14.56
Kohlensaure Bittererde	19.10
Eisenoxyd	3.40
Thonerde	3.92
Thon	59.12
	100.10

Sandiger Dolomitmergel aus der Gegend von Tübingen. Härt; im Bruch splittrig; licht grünlichgau; sp. Gew. 2.77.

Kohlensaure Kalkerde	41.58
Kohlensaure Bittererde	24.98
Kohlensaures Eisenoxydul	0.80
Kohlensaures Manganoydul	0.71
Thonerde	0.45
Quarzsand	26.75
Wasser	1.68
	96.95

Bei diesem Mergel sind die beiden Carbonate, wenn man von dem beigemengten Sand absieht, in dem Verhältniss von 4 Atomen des ersteren zu 3 Atomen des letzteren vorhanden.

3. *Thonmergel* (Marne argileuse).

Mergel mit vorwaltendem Thon. Farbe grau, gelb, braun, grün, schwarz.

a) *Dichter.* Mit vielen unregelmässigen Zerklüftungen.
b) *Schiefriger.* Mit schiefriger Structur.

4. *Sandmergel.*

Mergel mit einer beträchtlichen Beimengung von Quarzsand.
a) *Dichter.*
b) *Schiefriger.*

Der Mergel zerfällt an der Luft nach und nach, und namentlich der Thon- und Sandmergel, zu einer sehr fruchtbaren Erde, in welcher die verschiedenartigsten Pflanzungen gedeihen. Der zerfallene Mergel wird selbst als Dünger angewendet. Kalkmergel und Dolomitmergel, mit einem Thongehalt von 20—25 Procent, sind wichtige Materialien zur Bereitung des Wassermörtels. Der Mergeltuff wird in einigen Gegenden als Baustein benützt.

VIII. Reihe. Gypsgesteine.

Gesteine, deren Hauptmasse aus *schwefelsaurem Kalke* besteht. Sie schmelzen mit Flussspath leicht zu einer klaren Perle, die bei der Abkühlung emailweiss wird. Für sich schmelzen sie in starkem Feuer zu einem weissen Email, das nach dem Erkalten nach einiger Zeit zerfällt.

42. *Gestein. Gyps.*

Wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk. Gibt beim Erhitzen Wasser aus.

Nur die körnige und dichte Varietät des Gypses tritt als Gestein in grösseren Massen auf. Sie sind oft mit Thon gemengt.

Der Witterung ausgesetzt, zerklüftet sich der Gyps, zerbröckelt und erleidet auch durch das Wasser der Atmosphäre eine allmählige Auflösung und Auswaschung. Enthält er Parthieen von faserigem oder späthigem Gypse, so treten diese bei der Verwitterung als einzelne Erhabenheiten hervor, weil sie vermöge ihres vollkommeneren krystallinischen Gefüges der Einwirkung der Atmosphärilien kräftiger widerstehen. Der aus verwittertem Gypse bestehende Boden ist der Vegetation nicht ungünstig, insbesondere wenn er mit Thontheilen gemengt ist.

43. Gestein. Anhydrit.

Wasserfreier schwefelsaurer Kalk. Gibt beim Erhitzen kein Wasser aus.

Von dieser Mineralgattung kommen gleichfalls nur die körnige und die dichte Varietät als Gestein vor. Der Anhydrit zieht aus der Atmosphäre nach und nach Wasser an, bindet es chemisch, vermehrt dabei sein Volum, lockert sich auf, zertheilt sich in kleinere Stücke und zerfällt.

IX. Reihe. Salzgesteine.

Gesteine, deren Hauptmasse aus einem salzig schmeckenden, löslichen Salze besteht, oder welche ein solches als wesentlichen Gemengtheil enthalten.

44. Gestein. Steinsalz (Sel marin rupestre).

Chlor-Natrium. Mehr oder weniger mit Thon, Gyps, Anhydrit, Mergel und Kalkstein vermengte Steinsalzmasse.

Das leicht lösliche Steinsalz wird vom Regenwasser angegriffen, wenn es unmittelbar zu Tage ansteht. Jede Auflösung bedarf indessen einer gewissen Zeit, die Masse des Auflösungsmittels seie so gross als sie wolle. Das Salz muss somit mit dem Wasser einige Zeit in Berührung stehen, wenn eine namhafte Auflösung Statt finden soll. Darin liegt der Grund, dass zu Tage ausgehende Steinsalzmassen vom Regenwasser doch nur unmerklich angegriffen werden. Ueber die steilen Gehänge der Salzberge läuft der Regen schnell herab, und man bemerkt nach Jahrhunderten keine bedeutende Abnahme derselben. Ein schlagendes Beispiel hiefür gibt uns der Salzberg zu Cardona in Spanien, dessen Abnahme so unmerklich ist, dass bei den Bewohnern der Gegend der Glaube besteht, er seie unzerstörbar. Cordier berechnet, nach angestellten Versuchen und unter der Voraussetzung, dass in Cardona jährlich 3′ 5″ 4‴ Par. M. Regenwasser fällt, dass die Höhe dieses

Salzberges in einem Jahrhundert nicht mehr als um 4′ 8″ 6‴ Par. M. abnimmt.

Der Vegetation ist das Steinsalz ungünstig. Seine Hügel und Berge sind in der Regel ganz von derselben entblöst.

Was die gewöhnliche Benutzung des Steinsalzes betrifft, so ist dieselbe bekannt. Ich will hier nur anführen, dass nach dem Berichte des Reisenden Chardin die Einwohner der Landschaft Caramanien in Asien, das Steinsalz, welches daselbst in bedeutenden Massen vorkommt, vermöge der Trockenheit jener Gegend, mit Vortheil als Baustein benutzen können.

45. Gestein. Alaunfels (Alumiera).

Von Alaunstein*) mehr und weniger durchdrungene Quarzmasse, von vorherrschender graulichweisser Farbe, und mehr und weniger zelligem Gefüge. Der Alaunstein findet sich darin bald in Körnern, bald in Adern, bald in Drusen krystallisirt, bald als Ueberzug der Zellen und Höhlungen, und endlich auf Gängen. Zellen und Höhlungen sind gemeiniglich mit Eisenoxydhydrat ausgekleidet.

Oefters hat das Gestein auch eine grünliche oder bräunliche Farbe, und erscheint hin und wieder gefleckt. Vielfach durchziehende Parthieen von krummschaligem Alaunstein geben ihm manchmal das Ansehen eines Trümmergesteins. Die Krystalle der Alaunsteindrusen haben gewöhnlich einen braunen, seltener einen röthlichen Ueberzug, der von Eisen und Mangan herrührt. Zuweilen ist die quarzige Grundmasse chalcedonartig. Mitunter sieht man sie in eine weisse, kieselige, alaunsteinhaltige Erde verlaufen.

Das Gestein ist wegen des darin vorkommenden Alaunsteins sehr wichtig.

X. Reihe. Eisengesteine.

Gesteine, deren Grundmasse oder Hauptgemengtheil aus einer Mineralgattung der Familie des Eisens besteht. Sie haben von allen Gesteinen das grösste specifische Gewicht, und zeichnen sich durch ihr metallisches Ansehen aus.

46. Gestein. Magneteisenstein.

Derber Magneteisenstein. Oefters gemengt mit Quarz, Hornblende, Glimmer, Talk, Chlorit, Feldspath, Grünerde.

*) Der Alaunstein zeigt nach schwachem Brennen einen salzigen Geschmack.

47. *Gestein.* *Eisenschiefer* (*Eisenglimmerschiefer*).

Schiefriges Gestein, das aus einzelnen Lagen von blätterigem Eisenglanz und grauen Quarzkörnern besteht und ein gestreiftes Ansehen hat. Der blätterige Eisenglanz (Eisenglimmer) herrscht vor.

Die Verbindung zwischen den Blättchen von Eisenglanz und den Quarzkörnern ist im seltenern Falle fest, gewöhnlich lose. Beigemengt erscheint Gediegen-Gold in Blättchen, Schwefelkies, Eisenglanz in Krystallen, Talk, Cyanit und Strahlstein. v. Eschwege, welchem wir die Kenntniss der Verhältnisse dieses Gesteines verdanken, will Uebergänge desselben in quarzreichen Talkschiefer (Itakolumit S. 38) und in dunkel gefärbten Thon- und Chloritschiefer beobachtet haben.

Der Eisenschiefer kann mit Vortheil zum Eisenausschmelzen angewendet werden.

Eine Abänderung dieses Eisenschiefers scheint das Gestein zu sein, welches v. Eschwege, nach seinem Vorkommen am Pic von Itabira in Brasilien, *Itabirit* genannt hat. Es besteht aus blätterigem Eisenglanz und wenigen Körnern von Quarz, und enthält überdiess Magneteisenstein. Es hat ein schiefriges Gefüge und dieselben Beimengungen, wie der Eisenschiefer.

II. Abtheilung. Nicht krystallinische Gesteine.

A. Conglutinate.

Die Theile der Gesteine sind durch eine Masse verbunden, welche sich zu jenen als Verkittungsmittel verhält.

I. Reihe. Sandsteine (Les Grès).

Conglutinate von eckigen *Quarzkörnern*, verkittet durch ein einfaches oder gemengtes *Bindemittel.* Beigemengt erscheinen Blättchen von weissem Glimmer, Körner von Grünerde und Feldspath.

51. Gestein. Quarzsandstein (Psammite).

Die Quarzkörner sind durch ein *quarziges Bindemittel* verkittet. Das Gestein ist sehr fest, hat eine bedeutende Härte, und gewöhnlich eine weisse oder graue, seltener eine rothe Farbe, die von Eisenoxyd herrührt. Nähert sich bei inniger Verbindung und gleichsam Verschmelzung der einzelnen Quarzkörner dem körnigen Quarzfels, und verläuft auch in Kiesel-Conglomerat. Oefters liegen kleine weisse Feldspathkörner oder weisse Thontheile in der Masse, wodurch sie weiss gesprenkelt erscheint.

Dieser Sandstein erhält sich an den Luft und im Wasser beinahe ganz unverändert. Seiner allgemeinen Anwendung als Baustein steht aber die grosse Härte und Sprödigkeit entgegen, welche seine Bearbeitung oft unmöglich machen. Als Haustein kann er daher in der Regel nicht behandelt werden. Als gewöhnlicher Mauerstein, zum Strassenbau, zu Wasserbauten, ist er ganz vorzüglich geeignet.

52. Gestein. Thonsandstein (Psammite).

Sandstein mit *thonigem* Bindemittel. Riecht beim Anhauchen thonig; braust mit Säuren nicht auf. Weiss, grau, gelb, roth, braun.

Der Thonsandstein, von allen der verbreitetste, tritt in vier Hauptmodificationen auf, nämlich als:

grobkörniger,	*plattenförmiger*, und
feinkörniger,	*schiefriger*.

Der *grobkörnige* Thonsandstein enthält im Allgemeinen stumpfeckige Quarzkörner von Hirsekorn- bis Hanfsamengrösse, die durch wenig Bindemittel verbunden sind. Zuweilen sind die Körner scharfeckiger und krystallinisch und mit einander in so unmittelbarer Berührung, dass man das Bindemittel kaum wahrnimmt. Die Farben sind meist gleichförmig in der ganzen Masse; doch treten sie auch oft in Flecken und Bändern oder Streifen auf, die mit einander parallel laufen. Einzelne Abänderungen enthalten weisse abgerundete Quarzgeschiebe von Erbsen- bis Nussgrösse. Oft liegen in ihm Knollen und Kugeln, von Nuss- bis Faustgrösse, die aus einem bindemittelarmen Sandstein bestehen, der gewöhnlich braun gefärbt ist durch Eisenoxyd- und Manganoxydhydrat. Nur selten enthält er Feldspathkörner oder Glimmerblättchen.

Dieser grobkörnige Sandstein ist in der Regel ein vorzüglicher Haustein, zu allen Bauten anwendbar und im Wasser wie im Feuer haltbar. Die eckigkörnigen Abänderungen geben vortreffliche Mühlsteine.

Der *feinkörnige* Thonsandstein hat im Allgemeinen mehr Bindemittel, das oft in einzelnen plattgedrückten Nieren, als sogenannte *Thongallen* ausgesondert ist. Die Quarzkörner überschreiten selten die Hirsekorngrösse. Oefters liegt Glimmer in silberweissen Blättchen in ihm. Seine Festigkeit und Tragkraft ist bedeutend. Durch diese Eigenschaften, wozu sich die gleichartige mittlere Härte gesellt, welche seine beliebige Verarbeitung erlaubt, ist der feinkörnige Thonsandstein der vorzüglichste zu allen Bauarbeiten.

Der *plattenförmige* Thonsandstein tritt nur bei der feinkörnigen Modification auf. Er ist sehr regelmässig in Platten von ½ Zoll bis 6 Zoll abgetheilt, deren Oberfläche sehr eben und manchmal mit Dendriten geziert ist. Die Platten dieses Sandsteins sind von ganz allgemeiner Anwendung und zeichnen sich durch Dauerhaftigkeit aus.

Der *schiefrige Thonsandstein* ist in dünne Schieferlagen abgetheilt, die sich leicht von einander ablösen und häufig mit feinen Glimmerblättchen bedeckt sind. Oft ist er buntstreifig.

53. *Gestein. Kalksandstein (Macigno und Glauconie).*

Sandstein mit *kalkigem* Bindemittel. Graue, gewöhnlich abgerundete, oftmals halb durchsichtige Quarzkörner, von Hirsekorn bis Hanfsamengrösse, sind durch kohlensauren Kalk verbunden. Oefters sind Glimmer und Punkte von Grünerde beigemengt. Farbe grau, durch eine grössere Quantität von Grünerde ins Grünliche fallend, Härte und Festigkeit sind gering. Braust mit

Säuren stark auf. Der Kalkgehalt ist häufig ganz beträchtlich und macht bisweilen nahezu die Hälfte der Masse aus, wie nachstehende von C. G. GMELIN ausgeführte Analyse des in der Bodenseegegend viel gebrauchten Sandsteins von *Rorschach* zeigt. Dieser Sandstein besteht aus:

Sandkörnern mit Glimmer untermengt	51.65
Kohlensaurer Kalkerde	43.52
Kohlensaurer Bittererde	2.94
Eisenoxyd	0.53
Manganoxyd	0.15
Thonerde	0.15
	98.94

In selteneren Fällen beträgt der Gehalt an kalkigem Bindemittel sogar über die Hälfte und der Sandstein nimmt die Beschaffenheit eines sandigen Kalksteins an.

Die verschiedenartigsten Abänderungen des Kalksandsteins treten in der Molassebildung auf.

Das Gestein variirt in seinem Ansehen beträchtlich, je nach der Quantität des Bindemittels, und dem Vorhandensein und der Quantität der Beimengungen. Eine feste, rauh anzufühlende Abänderung, mit vorwaltenden Quarzkörnern und ziemlich gleichförmig vertheilten Glimmerblättchen, nennen die Florentiner Pietra serena, oder Pietra Bigia; AL. BRONGNIART nennt sie Macigno solide. Einer dichten, hin und wieder schiefrigen, kalkreichen Abänderung, mit wenigen Glimmerblättchen, geben die Florentiner den Namen Pietra forte; AL. BRONGNIART nennt sie Macigno compacte. Eine lockere und öfters zerreibliche Abänderung von Kalksandstein, mit sehr wenig Bindemittel und vielen Körnern von Grünerde nennt BRONGNIART Glauconie sableuse; es ist der Greensand der Engländer. Einer Abänderung, mit erdigem, kreideartigem Bindemittel, vielen Quarzkörnern und Grünerdepuncten, gibt er den Namen Glauconie crayeuse.

54. Gestein. Mergelsandstein.

Sandstein mit einem Bindemittel, welches gewöhnlich aus *Thonmergel*, selten aus Kalkmergel besteht. Die Farbe ist sehr verschieden, grau, roth, grün, braun. Die Quarzkörner sind in der Regel klein. An Festigkeit steht er dem Thonsandstein nach. Braust mit Säuren mehr und weniger auf, und riecht beim Anhauchen thonig. Er enthält gemeiniglich Glimmerblättchen, und wird bei einer grösseren Quantität dieser und bei mehr Bindemittel, schieferig.

Der Verwitterung sind vorzüglich die schiefrigen und die an Bindemitteln reichen Sandsteine unterworfen, und namentlich leiden diese, wenn sie im feuchten Zustande dem Froste ausgesetzt sind.

Besonders stark leidet der Mergelsandstein durch die Witterung; die weicheren Abänderungen zerbröckeln und zerfallen, wenn der Frost sie im durchnässten Zustand trifft, zu Sand. Der Quarzsandstein trotzt der Witterung. Man benützt die Sandsteine ganz allgemein als Bausteine, und zu architektonischen Verzierungen. Sie werden namentlich bei grossen Bauten, bei Brücken, Thürmen, Kirchen, Pallästen, in grossen Werkstücken angewendet. Es ist von der grössten Wichtigkeit zu wissen, wie sie sich der Witterung ausgesetzt, verhalten, weil davon die Dauer der Bauten abhängt. Eine richtige Kenntniss von ihrer Zusammensetzung, sodann eine genaue Beobachtung ihres Verhaltens in den Steinbrüchen, woselbst man auch sehr leicht einzelne abgetrennte Blöcke den Winter über im Freien liegen lassen kann, werden die Wahl sicher leiten.

Häufig werden die Sandsteine auch zur Construction von Schmelzöfen, namentlich zur Construction des Gestelles der Eisen-Hochöfen, angewendet. Sie werden hier einer sehr starken und anhaltenden Hitze ausgesetzt, und sollen dieser widerstehen, ohne zu schmelzen. Der Quarzsandstein eignet sich gewöhnlich sehr gut zu Gestellsteinen, nach diesem der Thonsandstein. Man wählt kalkfreie, keinen Feldspath enthaltende Abänderungen des Thonsandsteins, die wenig Bindemittel haben. Je weniger man beim Zerreiben solcher Sandsteine fremdartige Theile unter den Quarzkörnern bemerkt, desto mehr verspricht der Sandstein in Bezug auf seine Unschmelzbarkeit. Alle mit Säuren aufbrausenden Sandsteine, sodann diejenigen, welche Feldspath und Glimmer eingemengt enthalten, sowie die stark eisenschüssigen, schmelzen in der Hitze des Hochofens, und sind daher zu Gestellsteinen untauglich. Alle Abänderungen von Kalk- und Mergelsandstein sind, dem Angeführten zufolge, unbrauchbar zur Construction von Oefen und Ofentheilen, welche eine grosse Hitze auszuhalten haben. Poröse Abänderungen können zum Filtriren angewendet werden (Filtrirsandstein). Die quarzigen Sandstein-Abänderungen, der Thonsandstein mit wenig Bindemittel, lassen sich zur Glasfabrikation benutzen. Die eisenhaltigen müssen bei der Verwendung zu weissem Glas, nachdem sie gepocht worden, mit Salzsäure ausgezogen werden. Auch gebraucht man die festen Sandsteine zu Schleif- und Mühlsteinen. Beim Strassenbau lassen sich Sandsteine mit Vortheil zum Grundiren benutzen. Zum Beschlagen der Strasse taugen sie wenig, weil sie, wenn sie nicht sehr quarzig sind, bald zerrieben werden, und einen die Räder hemmenden Sand bilden.

Der Vegetation ist der quarzige Sandstein, und der Thonsandstein mit wenig Bindemittel, ungünstig. Der bindemittelreichere Thonsandstein, Kalk- und Mergelsandstein, welche leichter verwittern, zeigen sich dem Wachsthum günstiger, und um so mehr, je reicher sie an Bindemittel sind.

II. Reihe. Conglomerate (Les Conglomérats).

Eckige oder abgerundete Stücke verschiedener Mineralien, einfacher und gemengter Gesteine, sind durch ein einfaches oder gemengtes Bindemittel vereiniget.

55. Gestein. Kiesel-Conglomerat.

Abgerundete oder eckige Stücke der verschiedenen Varietäten der Gattung Quarz sind durch ein thoniges oder kieseliges Bindemittel verkittet. Die verkitteten Stücke haben eine sehr verschiedene Grösse, und bestehen gewöhnlich aus gemeinem Quarz. Hornstein, Feuerstein, Kieselschiefer, Chalcedon, Jaspis, erscheinen seltener. Thon, Glimmer, Feldspath, Schwefelkies treten als Beimengungen auf. Das Gestein ist in der Regel sehr fest und hart.

A. *Die verkitteten Theile sind abgerundet.* Eigentliche Kiesel-Conglomerate.

1) *Gemeines Kiesel-Conglomerat.* Die verkitteten Stücke bestehen vorzüglich aus gemeinem Quarz.

2) *Puddingstein* (Poudingue, Puddingstone). Abgerundete Stücke von Hornstein und Feuerstein, die gewöhnlich eine gelbe, braune oder schwarze Farbe haben, sind durch ein Bindemittel von Hornstein oder Feuerstein verkittet, das eine graue oder gelbliche Farbe besitzt.

B. *Die verkitteten Theile sind eckig.* Kiesel-Breccie.

1) *Gemeine Kiesel-Breccie* (Brêche siliceuse). Die verkitteten Stücke bestehen aus gemeinem Quarz, Hornstein, Eisenkiesel, Jaspis.

2) *Feldspathige Kiesel-Breccie* (Arkose). Eckige Körner oder grössere Stücke von Quarz und Körner von frischem oder zersetztem Feldspath, sind durch ein quarziges Bindemittel vereiniget. Die Farbe dieser Abänderung ist gemeiniglich grau oder weiss, seltener roth. Oefters sind Glimmerblättchen beigemengt. Hin und wieder zeigt sich auch in Drusen krystallisirter Kalkspath, Flussspath, Quarz, Baryt, und eingesprengt, Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz, Eisenglanz, Eisenspath. Statt Feldspath enthält das Gestein zuweilen eine der Porzellanerde sehr ähnliche, thonige Substanz in kleinen Parthieen.

Das Kiesel-Conglomerat verläuft einerseits, wenn die verkitteten Stücke kleiner werden, und fast nur aus Quarz bestehen, in Sandstein, und nähert sich öfters dadurch, dass eine ziemlich reine, weisse Quarzmasse die Körner von allen Seiten umschlossen hält, dem körnigen Quarzfels, andererseits verläuft es durch Aufnahme von Feldspath und Glimmer in Granit-Conglomerat.

Hat das Kiesel-Conglomerat ein quarziges Bindemittel, so ist es ein guter Baustein und taugt selbst zu Mühlsteinen, wenn die eingeschlossenen Stücke nicht von sehr verschiedener Grösse sind. Ist das Bindemittel aber thonig und in grösserer Menge vorhanden, so zerfällt das Gestein, wenn es dem Einfluss der Nässe und des Frostes unterliegt, und an der Stelle des verwitterten Blockes liegt am Ende ein Haufen abgerundeter Quarze. Die Witterung greift das Gestein auch dann an, wenn es viel Feldspath, oder eine bedeutende Quantität von der oben genannten thonigen Substanz enthält.

56. *Gestein. Kalk-Conglomerat (Brèche calcaire).*

Stücke von dichtem oder rogenartigem Kalkstein, welche in der Regel abgerundet sind, liegen in einem kalkigen oder mergeligen Teige, welcher sie zusammenhält.

Die verkitteten Stücke erreichen selten Kopfgrösse; gemeiniglich variirt ihre Grösse von der einer Faust, bis zu der einer Erbse. Das Bindemittel ist öfters sandig, und schliesst manchmal auch kleinere und grössere Parthieen von Kalkspath ein, welche sich durch ihren Glanz auszeichnen. Selten findet man in diesem Conglomerate Bruchstücke und Gerölle fremdartiger Gesteine, wie Stücke von Granit, Gneis, Quarz, Kieselschiefer, Thonschiefer, Grünstein u. s. w. Hin und wieder erscheint das Bindemittel selbst als ein Kalk-Conglomerat von feinem Korn. Die Menge der verkitteten Theile ist sehr verschieden. Zuweilen gewahrt man das Bindemittel kaum, ein andermal erscheint es beinahe rein.

Das Kalk-Conglomerat kann als Baustein benutzt werden.

57. *Gestein. Augit-Conglomerat (Brèche de pyroxèn en roche.)*

Eckige Stücke von Augit von sehr verschiedener Grösse, von mehreren Cubikfussen, bis zur Grösse eines Sandkornes, sind durch eine weisse Kalkmasse verkittet.

Zwischen dem kalkigen Cemente und den Augitstücken befinden sich öfters Zwischenräume, deren Wandungen gemeiniglich von zierlichen Kalkspath-Krystallen überkleidet sind. Neben den Augitstücken erhält das Conglomerat mitunter auch Stücke von Kalkstein. Feine in die verkittende Kalkmasse eingemengte Augit-Theile, geben dieser manchmal das Ansehen einer dichten Masse von Augit.

58. *Gestein. Eisen-Conglomerat (Tapanhoacanga).*

Eckige, seltener abgerundete, Stücke von Magneteisenstein und Eisenglanz sind durch ein aus ockerigem Braun- oder Rotheisenstein bestehendes Bindemittel verkittet.

Die verkitteten Stücke wechseln in der Grösse von einigen Linien, bis zu mehreren Zollen. Hin und wieder kommen unter denselben auch Stücke von quarzigem Talkschiefer (Itakolumit) vor. Das Bindemittel nimmt zuweilen sehr überhand, und erscheint manchmal beinahe rein. Als Beimengungen erscheinen Glimmer, Chlorit, Talk, in einzelnen Blättchen. Nicht selten enthält dieses Conglomerat auch Blättchen von Gold. Man kann es mit Vortheil auf Eisen und auf Gold benutzen.

59. Gestein. Bimsstein - Conglomerat (Conglomérat, Brèche ponceuse).

Eckige und abgerundete Stücke von Bimsstein sind durch ein Bindemittel verkittet, welches aus einer erdigen, thonigen oder aus zerriebenem Bimsstein gebildeten Masse besteht. Das Gestein ist leichter als Wasser.

In den Zwischenräumen zwischen den grösseren Bimsstein-Stücken, welche $^1/_2$ bis 2 Zoll messen, liegen die kleineren, welche bis zur Hirsekorngrösse herab vorhanden sind. Das Bindemittel ist gewöhnlich in geringer Menge vorhanden, und füllt die Räume zwischen den einzelnen Stücken, obwohl es dieselben ganz umhüllt, nicht vollkommen aus. Man sieht daher in dem Gesteine eine Menge leerer Räume. Auch rührt zum Theil davon die geringe Festigkeit desselben. Es lässt sich mit Leichtigkeit zerbröckeln. Aber das Bindemittel hat auch selbst geringe Consistenz. Hin und wieder häuft es sich an, und es liegen nur wenig Bimsstein - Stücke darin; manchmal ist es in so kleiner Quantität vorhanden, dass man es kaum zwischen den verkitteten Theilen gewahrt.

Als Beimengungen erscheinen zuweilen Stücke von Trachyt, Obsidian, Perlstein, Blättchen von Glimmer, Parthieen von Holzopal und der Gebirgsart, auf welche das Conglomerat abgelagert ist.

Die bindemittelreiche, bald dichte, bald poröse Abänderung des Bimsstein - Conglomerats, welche eine graugelbe, ins Braune ziehende Farbe hat, im Bruche erdig und matt ist, ein wahrer Bimsstein - Tuff, wird gemeiniglich *Trass* genannt. Die eingeschlossenen Bimmsteinstücke sind von der Grösse einer Faust, bis zu der eines Hirsekorns. Es ist leicht zu zeigen, dass das Bindemittel und die verkitteten Theile von derselben Beschaffenheit sind. Beide geben vor dem Löthrohr die Reactionen des Bimssteins.

Das gemeine Bimsstein - Conglomerat ist als Baustein geschätzt. Es wird mit dem Spaten, wie der Torf, terassenförmig abgebaut, und hierauf an der Luft getrocknet. Man verwendet es in Deutschland namentlich in der Gegend von Neuwied, Andernach, Coblenz, vorzüglich zur Aufführung leichter Bauten, zu Caminen und zum

inneren Einbau. Die unter dem Namen *Trass* bekannte, im Brohlthal bei Andernach vorkommende Abänderung des Gesteins, giebt mit Kalk einen unter Wasser erhärtenden Mörtel, und wird desshalb vorzugsweise zu Wasserbauten angewendet, namentlich in Holland. In Frankreich und Deutschland wendet man mit demselben Erfolge thonhaltige, magere Kalksteine und Mergel an, und mitunter auch Dolomite.

60. Gestein. Basalt-Conglomerat (Basalt-Tuff, Tuf basaltique, Brèche trapéenne).

Eckige und abgerundete Stücke verschiedener Abänderungen von Basalt, Dolerit, Melaphyr, augitischem Thonporphyr sind durch eine Masse verkittet, welche selbst aus einem der genannten Gesteine, oder aus einem Gemenge einiger derselben, besteht. Oftmals ist diese Masse von erdiger Beschaffenheit, und scheint aus der Verwitterung oder mechanischen Zerstörung einer der angeführten Gebirgsarten entstanden zu sein.

Nach der Beschaffenheit des Teiges und der verkitteten Stücke ist die Farbe des Gesteines schwarz, grau, braun oder roth. Die Grösse der eingeschlossenen Bruchstücke ist sehr verschieden. Selten sieht man solche von mehreren Kubikfussen, auch kopfgrosse Stücke kommen selten vor; sie wechseln gewöhnlich von der Grösse einer Faust bis zu der einer Erbse. Hat das Bindemittel die Oberhand, und sind die verkitteten Stücke klein, so hat das Gestein ein mehr gleichartiges, erdiges Ansehen, und man nennt es alsdann gewöhnlich *Basalt-Tuff.* Von Mineralien finden sich beigemengt: Hornblende, Olivin, Magneteisen, Titaneisen, Augit, Feldspath, Glimmer, Melanit, Kalkspath, von welchem sich hin und wieder das Bindemittel stark durchdrungen zeigt.

Zuweilen sind die verkitteten Stücke mehr abgerundet, und man findet gemengt mit den basaltischen und doleritischen Bruchstücken, auch mehr und weniger abgerundete Stücke von Kalkstein, Granit, Gneis, Syenit, Quarzfels, Sandstein, Grauwacke und mehreren anderen Gesteinen.

Die Festigkeit des Gesteines ist sehr verschieden. Die festeren Abänderungen widerstehen der Witterung ziemlich lange, und werden öfters, wie die Gesteine, deren Bruchstücke man darin eingeschlossen sieht, als Baustein, zu Treppenstufen, Thür- und Fenstergestellen u. s. w. verwendet. Die bindemittelreichen, lockeren Abänderungen leiden stark durch die Witterung und zerfallen, derselben ausgesetzt, bald zu einer der Vegetation sehr günstigen, fruchtbaren Erde.

61. Gestein. Trachyt-Conglomerat (Conglomérat trachytique).

Bruchstücke der verschiedenen Abänderungen von Trachyt, meist eckig, seltener abgerundet, sind durch eine in der Regel erdige, wenig cohärente Masse, welche durch die mechanische oder chemische Zerstörung des Trachyts selbst entstanden ist, und nur ausnahmsweise durch einen krystallinischen, der Grundmasse des Trachyts ähnlichen, feldspathigen Teig, verkittet.

Die Farbe des Gesteins ist gewöhnlich licht, graulich- und gelblichweiss, seltener roth, braun oder dunkelgrau. Die verkitteten Stücke sind bald sehr gross, von einigen Fussen Durchmesser, bald von der Grösse einer Faust, meist aber von der Grösse einer Nuss, bis zu der einer Erbse, und mitunter ganz klein und in einem sandartigen Zustande. Beinahe immer sind sie mehr und weniger aufgelöst, und zuweilen zeigen sie eine der Porzellanerde ähnliche Beschaffenheit.

Oefters liegen auch Stücke von Bimsstein und Basalt und anderen benachbarten Gesteinen in dem Conglomerate. Die dem Trachyte gewöhnlich beigemengten Mineralien, Augit, Hornblende u. s. w. sind meistens besser erhalten, als die verkitteten Stücke, und lassen sich beim Zerdrücken derselben leicht auffinden, und durch Wasser absondern.

Die gleichförmig gemengten Abänderungen des Trachyt-Conglomerates haben öfters so viel Festigkeit, dass sie als Baustein benutzt werden können. Sie springen bei niederen Hitzgraden nicht, und lassen sich leicht bearbeiten, daher verwendet man sie, wie z. B. im Siebengebirge, vorzüglich zur Construction von Heerden und Backöfen, auch macht man grosse Tröge und Särge daraus, von denen man bei der Stallfütterung Gebrauch macht.

Was die Verwitterung dieses Gesteins betrifft, so gilt hiervon dasselbe, was oben beim Trachyte bemerkt worden, mit dem Zusatze, dass das Trachyt-Conglomerat weit schneller und stärker als der Trachyt von der Witterung leidet. Die Erde, welche bei seiner Verwitterung entsteht, ist sehr fruchtbar.

62. Gestein. Klingstein - Conglomerat.

Eckige und abgerundete Stücke von Klingstein, von verschiedener Grösse, sind durch ein thoniges Bindemittel verkittet, welches gemeiniglich stark von kohlensaurem Kalk durchdrungen ist. Das Gestein braust mit Säuren auf, giebt, im gepulverten Zustande damit behandelt, eine Gallerte und enthält Kali und Natron, was seine Abkunft anzeigt.

Die Farbe des Gesteins ist gewöhnlich grau; seltener zieht sie ins Gelbe und Braune. Die verkitteten Stücke sind mehr und

weniger aufgelöst, erdig. Das Bindemittel herrscht gemeiniglich vor. Mitunter enthält dieses Conglomerat auch Bruchstücke anderer Gebirgsarten, Stücke von Basalt, Kalkstein, Quarz, Granit u. s. w. Als Beimengungen erscheinen Glimmer, Hornblende, Kalkspath, Magneteisen, Augit.

Die Festigkeit des Gesteins ist gemeiniglich von der Art, dass man es als Baustein benützen kann. Es wird an der Luft härter, aber bald ziemlich stark von der Witterung angegriffen. Im Högau, allwo es als Baustein allgemein angewendet wird, ist es unter dem Namen *Leberfels* bekannt. Es liefert bei der Verwitterung eine sehr fruchtbare Erde.

63. Gestein. Vulcanischer Tuff) (Tufa).**)*

Bruchstücke schlackiger, von Kratern ausgeworfener Gesteine, sind durch eine sandige und aschenähnliche, gleichfalls von Vulcanen ausgeworfene Masse verkittet.

Man unterscheidet vorzüglich drei Arten:

1) *Steintuff* (Tufa litoide). Erdig und fast muschlig im Bruche, von rothbrauner Farbe, mit orangefarbigen Flecken, welche von Bruchstücken einer schlackigen, bimssteinartigen Lava herrühren, welche die Italiener Lapillo nennen, und so hart, dass man ihn als Baustein benutzen kann. Er enthält weisse, mehlige Leucite, deren allmählige Uebergänge man bis zum krystallisirten Mineral beobachten kann, Schuppen von braunem Glimmer, Krystalle von Augit, und hin und wieder kleine Stückchen von Feldspath. Mitunter liegen rundliche und eckige Stücke von Kalkstein in ihm. Zuweilen ist sein Korn so fein, dass man ihn für eine gleichförmige Masse halten würde, wenn nicht in ihm häufig feine Schüppchen von schwarzem und silberweissem Glimmer lägen.

Dieser steinige, vulcanische Tuff ist schon in der älteren römischen Zeit als Baustein angewendet worden. Aus ihm ist die Cloaca maxima gebaut, und der am Berge anliegende Theil der Substructionen des Tabulariums am Capitol. Am Capitolinischen Berge sieht man Tuffsteingruben aus ganz alter Zeit. In den Resten der Gänge des Marcellus-Theaters sieht man diesen Tuff in länglich vierekigten Platten, wie Ziegel geschnitten; auf ähnliche Weise wurden alte Tuffquadern in der Festung der Gaetani am Grabmal der Cäcilia Metella, und an dem Eckthurme des neuen Capitols angewendet. Wahrscheinlich ist dieser Tuff der Lapis quadratus der Alten, welchen die Römer in früheren Zeiten zum Pflaster von Fusswegen gebrauchten. Auch der Tophus ruber des Vitruv scheint Steintuff zu sein.

*) Der Name *vulcanischer Tuff* wurde zur Bezeichnung dieser Gebirgsart gewählt, weil sie sich in den Umgebungen aller Vulcane vorfindet, und aus lauter von Kratern ausgeworfenen Substanzen besteht.

**) Von den Italienern von *Tofo* unterschieden, was sie für einen Absatz süsser Gewässer gebrauchen.

2) *Bröckeltuff* (Tufa granulare). Schwärzlich- oder gelblichbraun, leicht, sehr zerreiblich, aus dicken, wenig zusammenhaltenden Körnern bestehend, mit mehligem Leucit, Augitbrocken, Glimmerschuppen, und bisweilen mit schwärzlich-grauen Klümpchen verschlackter Gesteine. Er scheint durch Zersetzung einer, die genannten Theile enthaltenden festeren Masse entstanden zu sein, vielleicht aus einer Art von poröser bimssteinartiger Lava. Festigkeit, Gefüge und Farbe sind verschieden, je nachdem er mehr oder weniger zersetzt ist. Er hat bald ganz noch den Charakter der schlackigen Masse, aus welcher er entstanden ist; bald ist er höchst zerreiblich, die poröse Textur verschwindet, und er löst sich in eine erdige Masse auf. Durch Einfluss der Witterung verwandelt er sich in einen stark an die Zunge hängenden, mit Wasser plastisch werdenden Thon, aus welchem die Leucite verschwinden, während Augite und Glimmer zurückbleiben. Man benutzt diese Erde zu Backsteinen. Zu St. Agata in Campanien macht man Gefässe daraus. Auch die am Albaner See aufgefundenen, sehr roh gearbeiteten Aschenurnen sind aus diesem Thon gefertiget.

Eine eigenthümliche Abänderung dieser Art von Tuff ist von gelblicher Farbe, viel leichter, und so zerreiblich, dass sie sich in einen feinen Staub auflöst, welcher Wasser mit Zischen einsaugt, und dabei einen starken Thongeruch gibt.

In dem beschriebenen Bröckeltuff sind, mit Ausnahme der Catacomben von S. Valentino, alle Catacomben in Rom gegraben. Diese Catacomben sind die *Arenariae*, Sandgruben, der Alten, wie denn auch heute noch die Puzzolangruben zu Frosinone und Segni *le Arenare* heissen. Die *Puzzolan-Erde* ist aber nichts Anderes, als eine Abänderung dieses Tuffes, und wahrscheinlich die *Arena nigra* des Vitruv, während die *Arena rufa*, welche Vitruv den anderen Arten vorzieht, wohl nicht mit Unrecht auf die rothe Puzzolana bezogen wird, welche noch heute für die beste gilt. Beide Arten liefern mit Kalk einen sehr guten Mörtel, der namentlich zu Wasserbauten gut ist, und kommen häufig in den Bauten des alten Roms als Cement vor.

3) *Posiliptuff* *). In einer blass strohgelben oder gelblich weissen, matten, im Bruche erdigen, leichten, spröden Grundmasse liegen, sehr gehäuft, liniengrosse Stücke von weissem Bimsstein und von schwarzer poröser Lava. Die schwarzen Stücke werden zuweilen häufiger und grösser, und haben das Ansehen von Obsidian oder Pechstein. Von anderen Mineralien kommt kaum etwas vor. Die Festigkeit dieses Tuffs ist gering. Er ist leicht zerstörbar, wie die vielen Grotten, welche sich die Lazzaroni bei Neapel in dieses

*) Pausilipo heisst der im Westen von Neapel, am Meer liegende, aus diesem vulcanischen Tuff bestehende Berg. Der Name stammt von einer alten Villa von Vedius Pollio auf diesem Vorgebirge, welche er Pausilypum hiess.

Gestein gehölt haben, und die weitläuftigen Catacomben an der östlichen Seite der Stadt, und die Posilipgrotte selbst beweisen.

An der Witterung leiden diese Tuffarten durchaus mehr oder weniger, namentlich der Bröckeltuff, wie schon bemerkt worden ist. Der Posiliptuff bekömmt an der Oberfläche seiner Felsen Höhlungen, und es entstehen dadurch scheinbare Hervorragungen, die oft das Ansehen eines Netzes haben. Diess kommt davon her, dass die lockeren Theile zerfallen und fortgeführt werden, während die festen zurückbleiben. Die Erde, welche aus der Verwitterung des vulcanischen Tuffes entsteht, ist sehr fruchtbar, wenn der Bimsstein darin nicht in grösserer Menge vorhanden ist. In Italien trägt er die üppigste Vegetation. Die Rebe der Falerner-Hügel wurzelt in ihm. Die Aloe, Lorbeeren, Feigen, Pinien, Cypressen bedecken ihn in der Gegend von Neapel.

64. Gestein. Peperin (Peperino, d. h. Pfefferstein).

Eckige Stücke von weissem körnigem Dolomit, und eckige Geschiebe oder abgerundete Gerölle von Basalt, Dolerit und Basanit, sind durch eine aschgraue, weiche, feinerdige Masse verkittet, welche überdiess sehr viel Glimmer enthält, theils in einzelnen Blättchen, theils in länglichen Massen, die noch weiter Augitkrystalle und Körner von Magneteisenstein einschliessen, aber sparsam einzelne Krystalle von Augit und Leucit.

Der Peperin unterscheidet sich vom vulcanischen Tuff durch das frische Ansehen. Alles ist in ihm unzerstört, vollkommen, glänzend; im Tuffe dagegen matt und zertört. Zuweilen liegen im Peperin grosse Basaltmassen, von einigen Pfunden, bis zu vielen Zentnern hinauf, und erscheinen in solcher Menge, dass der ganze Peperin selbst als eine Zusammenhäufung solcher Basaltstücke erscheint. Aber es häufen sich mitunter auch die Massen von körnigem Dolomit, der häufig eckige Löcher hat, und inwendig drusig ist.

Der Peperin spielt in den Bauwerken der Alten eine bedeutende Rolle. Man findet ihn bei diesen ungleich häufiger, als den vulkanischen Tuff. Das einzige sichere Denkmal der alten Könige besteht jedoch aus diesem, und es ist somit wahrscheinlich, dass der Peperin erst später wegen seiner grösseren Feinheit oder angenehmeren Farbe vorgezogen wurde. Aus ihm sind die äusseren oberen Mauern des Tabulariums gebaut.

An der Witterung verwandelt sich der Peperin nach und naoh in eine graue Erde.

65. Gestein. Granit-Conglomerat.

Die Gemengtheile des Granits, Granitgrus und mitunter auch kleinere und grössere Stücke von mehr und weniger aufgelöstem Granit, sind durch eine thonige Masse verkittet, welche

öfters durch Eisenoxyd oder Eisenoxydhydrat gefärbt ist, und aus verwittertem Feldspath entstanden zu sein scheint.

Der eingeschlossene Feldspath ist mehr und weniger verwittert, matt, zerbröckelt leicht, und ist nicht selten in eine der Porzellanerde ähnliche Masse umgewandelt. Der Glimmer erscheint niemals in so grossen Blättern, wie im frischen krystallinischen Granit; er hat eine mechanische Zerkleinerung erlitten, und dasselbe ist auch bei den Feldspathkörnern der Fall, doch in einem geringeren Grade. Der Quarz hat sich ziemlich erhalten. Zuweilen liegen auch grössere und kleinere Bruchstücke von Gneis und Glimmerschiefer, mit den Granitstücken gemengt, in diesem Conglomerate.

Die Festigkeit dieses Gesteins ist sehr verschieden, immer aber viel geringer, als die des frischen Granits. An der Luft zerfällt die bindemittelreiche Abänderung sehr bald. Dabei sieht man hin und wieder das in Hydrat verwandelte Eisenoxyd an einzelnen Stellen des Haufwerks zusammengezogen, oder in Trümmern in demselben liegen. Die Erde, welche aus der vollkommenen Verwitterung dieses Gesteins hervorgeht, ist sehr fruchtbar.

Die festeren Abänderungen des Granit-Conglomerates können als Baustein benutzt werden.

66. Gestein. Eisenthon-Conglomerat.

Geschiebe und Gerölle von verschiedenen krystallinischen Gesteinen, wie von Quarzfels, Thonschiefer, Kieselschiefer, Gneis, Granit, Glimmerschiefer, von verschiedenen Porphyren u. s. w., sodann Körner von Quarz, sind durch eine thonige, rothe, eisenreiche Masse verkittet, welche dem Eisenthon nahe kommt.

Die Farbe des Gesteins ist roth, wie die des Bindemittels. Die verkitteten Bruchstücke sind der Grösse nach sehr verschieden. Gewöhnlich wechseln sie von der Grösse einer Faust, bis zu der einer Bohne. Kopfgrosse und noch grössere Stücke kommen seltener vor. Oefters bestehen die verkitteten Theile hauptsächlich aus Quarz in verschiedenen Varietäten, und auch das Bindemittel wird manchmal kieselig, sandig. Glimmerblättchen fehlen beinahe nie; Feldspath findet sich seltener, und eben so ein weisser, der Porzellanerde ähnlicher Thon, in einzelnen kleinen Parthieen. Das Verhältniss zwischen dem Bindemittel und den verkitteten Stücken ist in Ansehung der Quantität gar verschieden. Je grösser diese sind, in desto kleinerer Menge ist gewöhnlich jenes vorhanden. Sind die eingeschlossenen Bruchstücke aber klein, so hat es in der Regel die Oberhand, und öfters so sehr, dass das Gestein das Ansehen einer rothen Thonmasse hat, in welcher man die verkitteten Theile wenig gewahrt. Nach dieser Verschiedenheit in der

Quantität des Bindemittels zeigt sich auch die Festigkeit des Gesteins verschieden, welche im Allgemeinen bei einer kleineren Quantität desselben grösser ist. Doch hat die Consistenz des Bindemittels selbst entschiedenen Einfluss auf die Festigkeit dieses Conglomerats, und in dieser Beziehung muss bemerkt werden, dass das Bindemittel öfters äusserst hart ist, und dadurch dem Gesteine eine ungemeine Festigkeit ertheilt.

Das Eisenthon-Conglomerat widersteht der Witterung ziemlich stark, und ungleich besser, als das Granit-Conglomerat; die Abänderungen mit grossen und sehr grossen Bruchstücken werden früher angegriffen, und zerfallen nach und nach an der Luft. Die Abänderungen, welche zum grössten Theile Quarzstücke einschliessen, und ein mit kieseligen Theilen vermischtes Bindemittel besitzen, widerstehen dagegen sehr lange. Diese sind es auch, welche sich vorzüglich zu Bausteinen eignen, und die man auch zu Mühlsteinen gebraucht, zu Thür- und Fenstergestellen, zu Treppenstufen benutzt, zu Platten für Böden verarbeitet u. s. w. Die verwitternden Abänderungen, welche verschiedene Bruchstücke krystallinischer, feldspathhaltiger Gesteine enthalten, liefern einen ziemlich fruchtbaren Boden.

67. Gestein. Porphyr-Conglomerat.

Eckige und abgerundete Stücke von Feldstein- oder Thonstein-Porphyr sind theils für sich, theils gemengt mit Bruchstücken und Geschieben anderer Gesteine, durch eine Thonmasse verkittet.

Das Bindemittel ist gewöhnlich von Eisenoxyd stark roth gefärbt, und nur selten weiss. Darnach ist auch die Farbe des Gesteins verschieden. Ausser den Porphyrstücken findet man öfters Stücke von Kieselschiefer, Thonschiefer, Quarz und Granit verkittet. Die Festigkeit des Gesteins ist in der Regel gering. Es hält an der Witterung nicht lange aus, und zerfällt wie das Eisenthon-Conglomerat.

68. Gestein. Grauwacke (Traumate).

Eckige und abgerundete Stücke von verschiedenen Varietäten von Quarz, unter welchen der gemeine Quarz und der Kieselschiefer am gewöhnlichsten sind, sind durch ein Bindemittel verkittet, welches aus einer schiefrigen mit feinen Körnern von Feldspath und Quarz untermengten festen kieseligen Thonmasse besteht. Die herrschende Farbe ist grau. Die verkitteten Stücke messen in der Regel weniger als einen Zoll. Härte und Festigkeit sind beträchtlich.

Bei einer genauen Untersuchung der harzer, der rheinischen, der thüringischen und der schwarzwälder Grauwacke habe ich

gefunden, dass das Bindemittel auf die angegebene Weise zusammengesetzt ist. Bei seiner sorgfältigen Zerkleinerung zeigten sich die reinsten Splitter bei der Untersuchung vor dem Löthrohr jederzeit aus schiefrigen Thontheilen und aus feinen Körnern von Feldspath und Quarz zusammengesetzt. Sie schmolzen theilweise zu einem weissen Email, wie Feldspath, die nicht geschmolzenen Thontheile und die feinen Quarzkörner waren deutlich zu unterscheiden, und gaben sich durch ihr Verhalten auf das bestimmteste zu erkennen. Der Feldspath ist wohl erhalten und deutlich spaltbar.

1) *Gemeine Grauwacke.* Die Quantität der verkitteten Quarzkörner ist sehr verschieden. In der Regel haben diese indessen die Oberhand, das Bindemittel ist nur in geringer Menge und mitunter so sparsam vorhanden, dass man es nur bei ganz aufmerksamer Untersuchung mit der Lupe wahrnimmt. Gar oft ist die Grauwacke klein-, und sogar feinkörnig, und dieses zuweilen in einem so hohen Grade, dass das Gestein ein ziemlich gleichartiges Ansehen hat, und das unbewaffnete Auge nicht mehr die Feinheit der Quarz- und Feldspathkörnchen zu verfolgen vermag. Der Bruch ist in diesem Falle im Grossen flachmuschelig, im Kleinen feinsplitterig, das Gestein sieht dem körnigen Quarzfels ähnlich, hat eine bedeutende Festigkeit, eine grosse Härte und eine grünlich- oder bläulichgraue Farbe.

Sind die Gemengtheile grösser, so lassen sich fast jederzeit weisse Glimmerblättchen unterscheiden, die zerstreut in der Grundmasse liegen. Gar oft enthält die gröbere Grauwacke Bruchstücke von Thonschiefer, welche im Allgemeinen die eingeschlossenen Quarzstücke an Grösse übertreffen. Sie geben dem Gesteine eine dunkle Farbe, wenn sie in Menge vorhanden sind. Seltener trifft man in ihm Bruchstücke von Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Serpentin, Feldsteinporphyr, Kalkstein. Dagegen sind Quarztrümmer in der Grauwacke nicht selten; auch kommen knollige und kugelige Stellen, von besonders feinkörniger Grauwackenmasse darin vor, und hin und wieder liegen in einer feinkörnigen Grauwackenmasse zahlreiche abgerundete und eckige Grauwackenstücke von derselben Beschaffenheit, gemengt mit Stücken von Thonschiefer, Gneis und Granit. Die Feldspathkörner nehmen mitunter in einem solchen Verhältnisse überhand, dass sie die vorherrschende Masse bilden. Das Gestein besitzt alsdann eine ausgezeichnete körnige Structur, und wenn auch Glimmerblättchen darin liegen, einen granitartigen Charakter.

2) *Schieferige Grauwacke.* Die feinkörnige Abänderung der Grauwacke enthält öfters zahlreich beigemengte Glimmerblättchen, und zeigt dann schieferige Structur. Man nennt sie in diesem Falle *schieferige Grauwacke*, auch *Grauwackenschiefer.* Dieser Grauwackenschiefer hat durch die beigemengten Glimmerblättchen einen lebhaften Schimmer auf seiner Oberfläche, und zeigt, wenn er sehr feinkörnig ist, bisweilen grosse Aehnlichkeit mit dem Thonschiefer. Von diesem unterscheidet er sich jedoch hinlänglich durch

Ungleichartigkeit seiner Masse, durch grössere Härte, durch Sprödigkeit und durch die unvollkommen schieferige Structur, vermöge welcher er viel weniger dünne Blätter gibt, und sich nicht in so grosse Blätter theilen lässt. Es durchziehen ihn regelmässig viele, sich beinahe rechtwinckelig kreuzende Klüfte, nach welchen er in lange schmale Tafeln zerbricht Hie und da kommen in ihm Stellen vor, die äusserst fest, hornsteinartig und klingend sind.

Häufig ist dem Gesteine auch eine weiche und zerreibliche, thonige, durch Eisenoxyd oder dessen Hydrat gefärbte Masse beigemengt, welche ihm die Eigenschaft ertheilt, beim Anhauchen einen Thongeruch auszugeben, und es bald mehr, bald weniger färbt. Von Mineralien findet man hin und wieder Kalkspath. Schwefelkies, Steinmark, Anthracit, Feldspathkrystalle beigemengt

Durch die Witterung leidet vorzüglich die bindemittelreiche und mit weichem Thon vermengte, so wie die schieferige Abänderung. Letztere zerfällt namentlich bald in Stücke und wird zu einem glimmerreichen, sandigen Thon umgewandelt, der der Waldcultur günstig ist, sich aber für den Ackerbau wenig günstig zeigt, indem er viel Dünger erheischt und einen mittelmässigen Ertrag liefert.

Man benützt die Grauwacke als Baustein, als Chausseematerial, die quarzige Abänderung zur Construction von Oefen, zu Gestellsteinen.

69. *Gestein. Nagelfluh (Gompholite).*

Eckige und abgerundete Stücke verschiedener Gesteine sind durch ein mergeliges oder sandsteinartiges Bindemittel verkittet. Das Gestein hat in der Regel eine graue, seltener eine rothe oder braune Farbe, und im Allgemeinen bedeutende Festigkeit.

Das Bindemittel und die verkitteten Theile zeigen grosse Verschiedenheiten. Das sandsteinartige Bindemittel ist meistens von etwas grobem Korne, und die Körner selbst sind von ungleicher Grösse. In den Zwischenräumen, zwischen diesen Körnern, haben sich kleine Gerölle eingelagert, in die Räume, welche diese lassen, noch kleinere und so abwärts, dass man in Verlegenheit ist, die verkitteten Stücke vom Cement zu unterscheiden. Bei einigen Abänderungen des Gesteins ist das Bindemittel selbst eine Nagelfluh von kleinerem Korn. Häufig ist das Cement auch ein wirklicher, kleinkörniger Kalksandstein, der nicht nur wenig kleinere Gerölle einschliesst, sondern selbst die grösseren Gerölle oft trennt, und sich zu Nestern anhäuft. Endlich ist der Kitt zuweilen ein feiner Mergel, der, obschon zuweilen sehr fest, sich doch im Wasser erweicht, und dadurch die Zerstörung des Gesteins bewirkt. Was die verkitteten Theile betrifft, so sind die grösseren Stücke, wenn sie nicht einer schiefrigen Gebirgsart angehören, gewöhnlich ganz abgerundet, die kleineren sind mehr eckig. Die Grösse der verkitteten Stücke ist sehr verschieden. Man sieht sie von drei Fuss

Durchmesser, bis zur Grösse eines Sandkorns, und mitunter zeigt sich diese Ungleichheit in einigen Lagen, während in anderen die Grösse zwischen engere Grenzen eingeschlossen ist, und zwischen 1 bis 3 Zollen variirt. Die eingeschlossenen Gerölle bestehen bald zum grössten Theile aus verschiedenen Abänderungen von dichtem und körnigem Kalksteine, denen Stücke von Kalksandstein und von Quarzabänderungen beigemengt sind; bald sind die mannigfaltigsten Granit- und Porphyr-Gerölle vorherrschend, zu welchen sich noch Gerölle von Gneis, Glimmerschiefer, Grauwacke, Syenit, Serpentin, Gabbro, Grünstein, gesellen, wodurch denn das Ansehen des Gesteines auf die verschiedenartigste Weise modificirt wird.

Die Nagelfluh-Abänderung mit mergeligem Cement hat hin und wieder geringe Festigkeit; gewöhnlich ist indessen die Festigkeit gross, und das Gestein mitunter so hart, dass man nur mit grosser Anstrengung einzelne Stücke davon losschlägt

Die Nagelfluh wird als Baustein und als Chausseematerial benützt. Sie wird durch die Witterung im Allgemeinen wenig angegriffen; hat sie indessen ein mergeliges, durch Wasser sich erweichendes Cement, so zerfällt sie bald. Die Gerölle der verschiedenen Gebirgsarten werden, nach Massgabe ihrer Beschaffenheit, mehr oder weniger von der Witterung verändert, zerbröckeln selbst nach und nach, und führen so eine allmählige Zerstörung des Gesteins herbei. Auf der festeren Nagelfluh kann die Vegetation so wenig, wie auf nakten Kalkmassen gedeihen. Die zarten Wurzeln vermögen nicht zwischen die dicht an einander liegenden Gerölle einzudringen.

70. Gestein. Muschel-Conglomerat.

Bruchstücke von fossilen Muscheln verschiedener Gattungen und Arten, mitunter auch ganze Conchylien, Sandkörner, kleine Gerölle, gewöhnlich von Kalkstein, sind durch ein kalkiges oder mergeliges (selten durch ein kieseliges) Cement verkittet.

In der Regel sind die Conchylien so zertrümmert, dass sie nicht genau bestimmt werden können. Das Bindemittel ist meistens in sehr geringer Menge vorhanden, und besteht manchmal vorzüglich aus krystallinisch körnigem Kalkspath. In diesem Fall hat das Gestein immer eine bedeutende Festigkeit, die, wenn das krystallinische Bindemittel in grösserer Menge vorhanden ist und die inliegenden Stücke ganz umschliesst, so gross ist, dass das Gestein gute Hausteine gibt und als ein vortrefflicher Baustein gilt, der sich namentlich auch im Wasser sehr gut hält.

71. Gestein. Knochen-Conglomerat (Knochen-Breccie, Brèche osseuse).

Ganze Knochen und Bruchstücke von Knochen, die Säugethieren, Vögeln, Amphibien, Reptilien angehören, sind durch ein thoniges, bald roth gefärbtes, bald weisses oder graues Cement verkittet, das mit Säuren braust, und bald mehr bald weniger Kalk enthält.

Nebst den Knochen enthält das Conglomerat häufig auch Bruchstücke von Kalkstein und Conchylien, selten Gerölle einzelner Gebirgsarten und Quarz. Die Knochen sind gemeiniglich sowohl mit dem Cement, als mit den Kalkstücken fest verbunden. Nicht selten ist Kalkspath durch die ganze Masse verbreitet. Das Gestein hat gewöhnlich eine geringe Festigkeit.

B. Congregate.

Nicht krystallinische Gesteine, deren Theile unmittelbar mit einander in Berührung stehen, und bei welchen keiner als Bindemittel erscheint. Die Theile hängen entweder nur schwach zusammen, oder sie haben unter sich gar keinen Zusammenhang, sind lose.

I. Reihe. Thone.

Massen, deren Hauptbestandtheil *Thon*, das ist, ein Gemenge oder eine Verbindung von Kieselerde und Thonerde ausmacht, welches häufig Eisenoxyd, oder Eisenoxydhydrat als färbende Substanzen, und überdiess nicht selten kohlensaure Kalkerde, Bittererde, Manganoxyd, Körner und Gerölle verschiedener Gebirgsarten, Sand, Glimmer, Feldspath, kohlige und bituminöse Substanzen enthält. Sie haben durchaus geringe Härte und wenig Festigkeit, sind zum Theil zerreiblich, werden mit Wasser weich, bilden damit eine plastische Masse, hängen mehr und weniger stark an der Zunge, geben beim Anhauchen einen starken, widrigen Thongeruch aus, verlieren in der Hitze sehr viel Wasser, und ziehen sich dabei stark zusammen.

Die Thone sind das Produkt der Zersetzung von Feldspathen und Feldspathe führenden Gesteinen, das durch die zerlegende

Wirkung von Wasser und Kohlensäure auf die Kali- oder Natronsilikate entstanden ist. Der gewöhnliche Feldspath ist eine Verbindung von einem Trisilikat des Kali, mit einem Trisilikat der Thonerde $= KO, 3SiO_2 + Al_2O_3, 3SiO_2$. Dafür kann man auch schreiben: $KO, Al_2O_3, 6SiO_2$. Bei der langsamen Verwitterung des Feldspaths wird durch das Wasser die lösliche Verbindung $KO, 4SiO_2$ ausgezogen und es hinterbleibt $Al_2O_3, 2SiO_2$ als Thon, der 2 Atome Wasser bindet. Quarzkörner, Glimmer, mit welchen der Feldspath namentlich zu Granit, Gneis u. s. w. verbunden ist, bleiben unzerstört und mit der Thonmasse vermengt, so wie einzelne noch in Zersetzung begriffene Feldspathkörner. Das kieselsaure Kali ist in der Regel nicht vollständig ausgewaschen und daher kommt es, dass man fast jederzeit einen kleinen Kaligehalt in den Thonen findet. Der aus Natron-Feldspath (Albit) entstandene Thon ist natronhaltig; der aus Labrador gebildete enthält Kalk und Natron.

72. *Gestein. Thon.*

Der auf angegebene Weise gebildete reine Thon ist von dem Ort seiner Bildung häufig weggeschwemmt, dabei mit verschiedenen andern Substanzen vermengt und mit diesen unter mannigfaltigen Umständen wieder abgelagert worden.

Man unterscheidet nach dem Grade der Reinheit folgende Varietäten.

1) *Porzellanthon (Porzellanerde, Kaolin).*

Dazu rechnet man die reinsten Thone, deren Zusammensetzung im Allgemeinen der Formel $Al_2O_3, 2SiO_2 + 2Aq.$ entspricht. Sie sind weiss und mehr oder weniger feuerbeständig, d. h. unschmelzbar in dem stärksten Feuer unserer Oefen.

2) *Töpferthon* (Weisserde).

Begreift die Thone, denen bei einer im Allgemeinen den reinen Thonen entsprechenden Zusammensetzung, *Sand* eingemengt ist, und die ein grösseres Verhältniss von Alkalien oder alkalischen Erden, Kalkerde, Bittererde, und von den Oxyden des Eisens enthalten. Sie sind, je nach der Menge der genannten alkalischen Basen, mehr oder weniger feuerbeständig. Weiss oder grau.

3) *Lehm.*

Unreiner, mit Sand und Kalk vermengter und durch Eisenoxydhydrat gelb und braun gefärbter Thon, der zu einer grünen Schlacke schmilzt.

4) *Letten.*

Feine, durch kohlige oder in Zersetzung begriffene Pflanzentheile grau oder bläulich gefärbte wasserdichte Thonmasse, welche mit Wasser einen sehr zähen Teig bildet und etwas schiefrig ist. Sie schmilzt im Feuer, vermöge ihres Gehaltes an Kalkerde und Eisen.

5) *Schieferthon.*

Fester, durch Kohle oder Bitumen grau oder schwarz gefärbter Thon, von dick- und gerade-, seltener von krummschiefrigem Gefüge. Gewöhnlich ist ihm Binärkies oder Schwefelkies in Körnern, Nieren oder Knauern beigemengt, und zuweilen in so grosser Quantität, dass das ganze Gestein davon imprägnirt erscheint. Auch Blättchen von weissem Glimmer fehlen fast nie, und zeigen sich namentlich auf den Absonderungsflächen. Mit Säuren braust er gewöhnlich auf; häufig findet man in ihm Ueberreste von Pflanzen, vorzüglich von Farn und Equiseten.

Die kiesreichen Abänderungen werden mit Vortheil zur Bereitung von Eisenvitriol und Alaun benützt (Alaunschiefer).

II. Reihe. Gruse.

73. *Gestein.*

Lockere Congregate, die aus groben Körnern, einfacher und gemengter Gesteine, welche sich in einem mehr und weniger aufgelösten Zustande befinden, bestehen. Sie sind das Resultat einer ziemlich weit vorangeschrittenen Zerstörung oder Zersetzung der Gesteine.

Man unterscheidet nach dem zerstörten Gesteine, z. B.

Granit-Grus,

aus groben Körnern eines zersezten Granites bestehend;

Gneis-Gruss,

Haufwerk grober Körner verwitterten Gneises;

Basanit-Grus (*Schlacken-Grus*),

aus groben Körnern und kleinen Stückchen verschiedener verschlackter Gesteine, namentlich aus verschlackten Basanitkörnern bestehend;

Bimsstein-Grus,

aus groben Körnern von Bimsstein zusammengesetzt u. s. w.

Es genügt wohl, die wichtigsten aufgeführt zu haben. Manche Schriftsteller geben dem Grus von grösserem Korne den Namen *Grand.*

III. Reihe. Sand.

Lockere Aggregate, deren Hauptmasse kleine *Quarzkörner* ausmachen, die bald eckig, bald mehr oder weniger abgerundet und mit Körnern und Blättchen verschiedener Mineralien und Gebirgsarten gemengt sind.

74. *Gestein. Quarzsand.*

Ein Sand, welcher beinahe nur aus Quarzkörnern besteht, sehr wenig fremde Beimengungen enthält, und in der Regel eine weisse oder gelbe Farbe hat.

Die Quarzkörner sind gewöhnlich mehr und weniger stumpfeckig oder abgerundet, weiss oder grau, und die rothe, gelbe, grüne und braune Farbe, die der Quarzsand mitunter zeigt, rührt von Eisenoxyd, Eisenoxydhydrat oder Grünerde, welche die Quarzkörner umhüllen, oder als färbende Bestandtheile einer mergeligen oder thonigen zerreiblichen Masse erscheinen, welche die Quarzkörner hin und wieder begleitet und im selteneren Falle etwas zusammenhält. Die Grösse der Sandkörner ist sehr verschieden, und variirt von der Grösse einer Erbse bis zu der eines Hirsekorns. Grobe Abänderungen kommen indessen selten vor, und weit häufiger sieht man feinen Sand. Nur selten ist er vollkommen frei von kleinen Geröllen oder Geschieben, von Grus und feinen Glimmerblättchen. Der Sand der lybischen Wüste giebt uns ein Beispiel eines beinahe vollkommen reinen Quarzsandes. Der Quarzsand der Bäche und Flüsse unterscheidet sich von dem Quarzsande der Ebenen und Steppen vorzüglich dadurch, dass er weit mehr fremde Beimengungen hat. Es fehlen in ihm fast niemals Körner von Magneteisenstein und gar oft enthält er noch Körner von Chromeisen, Granat, Spinell und von andern Edelsteinen; auch Blättchen von Gold, seltener von Platin, finden sich in ihm. Dann und wann führt er Ueberreste von Conchylien, Pflanzen, Vierfüssern und Fischen.

Man wendet den reinen Quarzsand zur Fabrikation von Glas, Email und Smalte und zur Mörtelbereitung an. In Verbindung mit Leinöl und Bleiglätte bildet er einen sehr guten Kitt. Auch als Glasur- und Schleifmittel, zum Sägen harter Steine, zum Scheuern, Filtriren, findet er vielfache und nützliche Anwendung. Mitunter wird er auch als Zuschlag bei metallurgischen Arbeiten gebraucht. Seine Anwendung zu Uhren (Sanduhren) ist heut zu Tage fast gänzlich abgekommen. Bekannt ist seine Benutzung als Streupulver und zur Aufbewahrung von Früchten, Getränken u. s. w. Bei chemischen Arbeiten wird er häufig als erwärmendes Bad benützt (Sandbad). In der Töpferei, bei der Bereitung künstlicher Bausteine, bei der Anfertigung feuerfester Steine zur Construction von Oefen und Ofentheilen, wird er häufig und mit Nutzen angewendet.

75. *Gestein. Eisensand.*

Ein Sand, dessen Hauptmasse aus Körnern von *Magneteisenstein* besteht. Er hat eine schwarze oder graue Farbe, ist weit schwerer als der Quarzsand, und enthält gewöhnlich Körner oder kleine Krystalle von Augit, Hornblende, Glimmer, Feldspath, Olivin, beigemengt. Seltener enthält er Körner oder

kleine Krystalle von Melanit, Quarz, Spinell, Korund und mehrerer anderer Mineralien.

IV. Reihe. Kohlen.

Gesteine, deren Hauptmasse aus Kohlenstoff besteht. Sie sind brennbar.

76. Gestein. Anthracit.

Anthracit.

77. Gestein. Schwarzkohle.

Schwarzkohle. Steinkohle.

78. Gestein. Braunkohle.

Braunkohle.

V. Reihe. Torf.

79. Gestein.

Brennbares Gemenge von zersetzten *Pflanzenresten* mit *erdigen* Theilen, von brauner oder braunschwarzer Farbe. Die Pflanzenreste sind durch Verwesung mehr und weniger in verschiedene *humusartige* Substanzen und in *Harze* umgewandelt. Die humusartigen Substanzen sind: Humus, Ulmin, Humussäure, Ulminsäure, Geinsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure. Diese Säuren sind zum Theil mit Basen zu Salzen verbunden, namentlich mit Ammoniak.

Die schwarzen, schweren Abänderungen geben eine dichte, die braunen Abänderungen eine sehr leichte Kohle. Der Torf enthält jederzeit erdige Theile. Der Erdengehalt ist jedoch sehr verschieden, so dass einige nach dem Verbrennen ein bis zwei Procente Asche, andere dreissig bis vierzig Procente derselben zurücklassen. Die Asche enthält kein Kali, wohl aber Kieselerde, kohlensauren, phosphorsauren und schwefelsauren Kalk, Thonerde, Eisenoxyd, schwefelsaures und phosphorsaures Eisen, und zuweilen Spuren von Manganoxyd und Talkerde. Bei der trockenen Destillation giebt der Torf Kohlenwasserstoff, Kohlensäure, Kohlenoxyd, zusammen ungefähr 16 Procent, sodann saures brenzliches Wasser, das Essigsäure, und zuweilen etwas Ammoniak enthält, Theer und zuweilen Schwefelwasserstoff.

Der Torf erzeugt sich aus abgestorbenen Pflanzen, wenn sie in Berührung mit stehendem Wasser sind. Wasserpflanzen, namentlich Moose, machen den Anfang der Torferzeugung. Sie durchziehen das Wasser in allen Richtungen, sterben ab, senken sich

auf den Boden des Wassers nieder, und so wird allmählig aus dem Wasser ein Morast. Nunmehr entstehen in diesem neue Pflanzen: Eriophorum, Carex, Scirpus, Vaccinium, Andromeda, Schönus, Potamogeton, Equisetum, sind die Gattungen, welche nebst den Algen und Moosen aus dem Moraste erstehen. Diese sterben gleichfalls ab. Wurzeln und andere Theile dieser Pflanzen, welche sich unter Wasser befinden, erleiden eine eigenthümliche Zersetzung, welche namentlich bei warmer Witterung vor sich geht. Der Morast wird nach und nach, indem mit jedem Jahre eine neue Vegetation ersteht und fault, in eine Torfmasse umgewandelt, die allmählig fest wird. In warmen Ländern, wo die Vegetation üppig ist, und jedes Jahr daher eine bedeutende Quantität von Torfmaterial liefert, geht die Torfbildung ziemlich schnell vor sich, in kälteren dagegen viel langsamer. In heissen Ländern aher hindert die starke Verdunstung des Wassers die Torfbildung, und daher sieht man in diesen nur in höhergelegenen, kältern Gegenden, Torfmoore.

Es versinken in diesen Mooren mancherlei Körper, vorzüglich Bäume und Thiere, daher findet man in sehr vielen Torfmooren und oftmals in einer bedeutenden Tiefe, Ueberreste derselben. Sie gehören theils der jetzigen Periode der Erde an, theils einer früheren. Diese Ueberreste von Pflanzen und Thieren rühren von Geschöpfen, die dem festen Lande angehören. Meeresprodukte hat man in dem Torfe nur an der Seeküste gefunden.

Die Benutzung des Torfes als Brennmaterial ist allgemein bekannt. Die geringeren Torfarten, das ist diejenigen, die leicht sind, und eine bedeutende Quantität erdiger Theile enthalten, lassen sich zum Heitzen unter Siedepfannen und Dampfkessel, zum Abwärmen von Schmelzheerden, und zum Entzünden natürlicher und künstlicher Schwefelmetalle in Rostbetten, sodann zum Heizen bei Trockenanstalten, gebrauchen. Torfarten, welche weniger leicht sind, und nicht über zwölf Procent Asche hinterlassen, lassen sich zum Brennen der Ziegel, des Kalks, des Steinguts, des Porzellans, zu allen Röstflammenfeuern, zum Glas- und Smalte-Schmelzen, zum Arsenik- und Schwefel-Treiben, und sogar zum Umschmelzen von Roheisen, und zum Puddlingfrischen in Flammöfen gebrauchen. Oberhüttenmeister Alex hat gezeigt, dass $2^1/_2$ Pfund an der Luft getrockneter, und nachher, während acht Tagen einer Temperatur von 40^0 ausgesetzter Torf, denselben Effect hervorbringen, wie 1 Pfund Steinkohle. Die Flamme des Torfs ist nach dessen Beobachtungen viel länger, als die Flamme der Steinkohlen. Eine *Torfkohle* von mittlerer Qualität ist zu einer Menge von Feuerarbeiten tauglich, wie zum Heitzen von Probieröfen, zum Tiegelschmelzen in Münzen und Metallgiessereien, zum Verschmelzen von Blei-, Silber-, Kupfer- und Golderzen in Schachtöfen, und zu den Feuern der gewöhnlichen Metallarbeiter. Eine dichte Torfkohle, welche beim Einäschern wenige erdige Theile und nur Spuren von schwefelsauren und phosphorsauren Salzen hinterlässt, eignet sich sehr gut zum Aus-

schmelzen von Zinn- und Eisenerzen in Schachtöfen, zum Eisenumschmelzen in Cupoloöfen, zum Saigern, zum Frischen und dem Gekrätzschmelzen auf Saigerhütten. Zur Gasbeleuchtung kann Torf nicht mit Vortheil benützt werden, da er ein schlechtes Leuchtgas liefert, in Vergleichung gegen Steinkohle, Oel u. s. w.

VI. Reihe. Erden.

80. *Gestein. Ackererde (Boden).*

Ein lockeres zerreibliches Gemenge von *erdigen* Theilen, Sand und verschiedenen Geschieben und Geröllen, mit einer geringen Menge *organischer* Körper. Die *erdigen* Theile sind aus den an Alkalien und alkalischen Erden reichen Gesteinen, durch die Wirkung mechanischer und chemischer, den Vorgang der Verwitterung bedingender Thätigkeiten, entstanden, welche nach und nach ihren festen Zusammenhang aufgehoben haben. Sie bestehen aus Kieselerde und Thonerde, welche zu Thon verbunden vorwalten, aus Kalkerde, Bittererde, Kali, Natron, den Oxyden des Eisens, Manganoxyd und Kupferoxyd. Mit diesen Basen und mit Ammoniak verbunden, sind: Kohlensäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Salpetersäure, Chlor und Fluor. Die *organischen* Körper sind: Humus, Ulmin, Humussäure, Ulminsäure, Geinsäure, Quellsäure und Quellsatzsäure, theils an die genannten Basen, theils an Ammoniak gebunden. Diese Stoffe sind aus der Zersetzung von eingemengten Pflanzentheilen hervorgegangen; der Sand ist Quarzsand; die Geschiebe und Gerölle bestehen aus mannigfaltigen Gesteinen.

Nach Maasgabe der Quantität und Qualität der Hauptgemengtheile erscheint die Ackerde mit sehr verschiedenen Eigenschaften, und sie bildet, je nach dem dieser oder jener Gemengtheil vorwaltet, mehrere Varietäten, von welchen wir die wichtigsten genauer betrachten wollen:

1) *Sandige Ackererde.* Quarzsand herrscht vor; Kalktheile sind in geringer Quantität vorhanden, fehlen aber nie gänzlich, auch thonige Theile sind in der Regel, obwohl nur in sehr kleiner Quantität, mit dem Quarzsande gemengt. Lichte, gelblich- oder graulichweisse, seltener graue Farbe. Zieht äusserst wenig Wasser an. Bald fein-, bald groberdig. Sehr locker. Bindet sehr wenig Wasser, trocknet schnell aus, und zeigt im trockenen Zustande beinahe gar keine Consistenz.

2) *Thonige Ackererde.* Thontheile sind vorherrschend; das Uebrige ist zum grössten Theile Sand. Der Kalkgehalt ist gering.

Farbe grau, gelb, braun, roth, blau. Zieht Wasser sehr stark an, und wird dadurch plastisch, hält es auch sehr stark zurück. Beim Austrocknen zieht er sich zusammen, reisst, und wird sehr hart. Diese Eigenschaft verliert die thonige Ackererde indessen, wenn Thon- und Sandtheile in ziemlich gleicher Quantität vorhanden sind, in welchem Falle die Erde mit Wasser auch kaum mehr plastisch wird, und beim Austrocknen nicht berstet.

3) *Kalkige Ackererde.* Vorherrschende Kalktheile, mit sandigen und thonigen. Farbe licht, grau oder gelb. Zieht Wasser stark und in grosser Menge an, wird dadurch nicht plastisch, und trocknet bald wieder aus. Wird beim Austrocknen sehr locker, oft staubartig, berstet dabei nicht, und hat im trockenen Zustande äusserst geringe Consistenz.

4) *Mergelige Ackererde.* Thon- und Kalktheile sind vorherrschend. Die Farbe ist sehr verschieden, grau, gelb, braun, roth, grün. Zieht Wasser begierig an, wird dadurch klebrig, hält es ziemlich stark zurück, schwindet beim Austrocknen beträchtlich, berstet, und hat im trockenen Zustande starke Consistenz.

5) *Lehmige Ackerde.* Die Hauptmasse besteht aus Lehm. Gelbe und braune Farbe. Zieht Wasser ziemlich stark an, und wird dadurch plastisch, hält es stark zurück, und schwindet beim Austrocknen nicht sehr stark, berstet nicht.

6) *Humose Ackererde.* Mehrere Procente humoser Theile sind mit thonigen und kalkigen Theilen gemengt. Der Humusgehalt steigt nicht leicht auf 5 Procent. Dunkle, graue oder braune Farbe. Zieht Wasser stark an, und hält eine bedeutende Quantität davon zurück, giebt es sehr langsam ab, zieht sich beim Austrocknen wenig zusammen, und wird dabei nicht hart. Ist im trockenen Zustande pulverförmig, und von geringer Consistenz.

Es ist klar, dass die Eigenschaften der angeführten Varietäten der Ackererde auf die mannigfaltigste Weise modificirt werden, je nachdem die eine oder die andere Substanz, in kleinerer oder grösserer Quantität in die Zusammensetzung eingeht.

Die *Kieselerde* macht den Hauptbestandtheil der meisten Bodenarten aus, und wir dürfen auch annehmen, dass sie vielen Pflanzen als Bildungsmittel dient, wie namentlich den Gräsern und Equiseten, da wir in diesen durch die Analyse immer Kieselerde finden. Ist sie aber nur wenig mit anderen Substanzen gemengt, so wird der Boden sandig. Eine sandige Ackererde ist im Allgemeinen nicht fruchtbar. Sie verliert gar bald ihren Humus*), denjenigen Bestandtheil, welcher das Wachsthum am meisten befördert, und muss daher oft, aber nicht stark gedüngt werden. Eine sandige Ackererde trocknet auch sehr schnell aus.

*) Damit wollen wir die Gesammtheit der oben angeführten organischen Körper der Ackererde bezeichnen.

Die *Thonerde* ist in der Ackererde immer nur in kleiner Quantität vorhanden, und beträgt oftmals nur einige Procente. Es scheinen die Pflanzen übrigens keine Thonerde zu ihrer Ausbildung zu bedürfen, weil wir in ihnen keine Thonerde finden. Die thonige Ackererde ist im Allgemeinen fruchtbar. Sie entsteht hauptsächlich durch Verwitterung thonerdehaltiger Gesteine, wie des Granites, Gneises, Basaltes, Trachytes u. s. w. Selten enthält die thonige Ackererde mehr als 15 Procente Thonerde, und diese findet sich darin theils als Hydrat, theils mit Basen, theils mit Säuren vereinigt. Sie hat eine grosse Neigung, sich mit Humussäuren*) zu vereinigen, und wirkt dadurch sehr wohlthätig auf die Vegetation; denn sie bindet diese, für das Pflanzenwachsthum so erspriesslichen Säuren, hindert dadurch ihre Auswaschung und Wegführung, und daraus können wir es zum Theil erklären, warum der Thonboden, der immer Thonerde in grösserer Menge, als jede andere Bodenart enthält, so lange fruchtbar bleibt, und wesshalb der Sandboden, der nur eine äusserst geringe Menge Thonerde besitzt, sich so bald erschöpft zeigt. Die Thonerde, welche namentlich mit der Quellsäure und der Quellsatzsäure sich zu Salzen verbindet, die unlöslich im Wasser sind, verhindert diese Säuren, sich weiter zu zersetzen und in Wasser und Kohlensäure zu zerfallen, so dass sie, an die Thonerde gebunden, sehr lange im Boden gleichsam aufbewahrt werden, bis sie durch Ammoniak auflöslich gemacht, in die Pflanzen übergehen und diesen als Nahrung dienen. Düngerarten, welche kohlensaures Ammoniak enthalten, oder solche, in denen kohlensaures Natron oder Kali vorhanden ist, bilden mit den Humussäuren auflösliche Salze, und wirken desshalb so vortrefflich auf den humusreichen Thonboden.

Die *Kalkerde* kommt beinahe in jeder Ackererde vor, oft aber nur in sehr kleiner Quantität. Am meisten Kalkerde enthalten die Bodenarten, welche aus der Verwitterung der verschiedenen Kalksteine und Mergel hervorgehen, also insbesondere die kalkige und die mergelige Ackererde. Es ist ausser Zweifel gesetzt, dass diese Erde einen bedeutenden Einfluss auf die Vegetation ausübt, und dass gewisse Pflanzen sie zu ihrem Gedeihen bedürfen. Am häufigsten kommt die Kalkerde als einfach-kohlensaure Kalkerde in der Ackererde vor. Man nimmt an, dass die Wurzeln der Pflanzen die kohlensaure Kalkerde zersetzen, indem sie eine Säure ausscheiden, welche die Kohlensäure austreibt. Das in Wasser auflösliche Bicarbonat des Kalkes, welches auch zuweilen in der Ackererde vorkommt, wirkt nachtheilig auf die Pflanzen ein. Sie nehmen, weil es sehr leicht auflöslich ist, mehr davon auf, als ihnen zuträglich ist. Die schwefelsaure Kalkerde, der Gyps, übt einen bedeutenden Einfluss auf die Vegetation aus, wie die Düngung

**) Mit diesem Worte wollen wir die fünf verschiedenen Säuren des Humus bezeichnen.

mit Gyps zeigt. Es werden dadurch flüchtige Ammomiakverbindungen zerlegt und das Ammoniak gebunden. Ein kalkiger Boden, mit Thontheilen und Humus gemengt, ist sehr fruchtbar. Ein humusarmer Kalkboden erfordert viel Dünger. Oefters ist diesem Boden Sand beigemengt; seine Fruchtbarkeit nimmt sehr ab, wenn der Kalk und der Sand die Oberhand gewinnen.

Die *Talkerde* findet sich in vielen Ackererden, und scheint einen bedeutenden Einfluss auf die Vegetation auszuüben, namentlich auf mehrere angebaute Pflanzen, wie auf Rübenarten, Kartoffeln und vorzüglich dem Flachs sehr zuträglich zu sein. Die Bodenarten, welche aus der Verwitterung des Serpentins, Chlorits, Talks entstehen, enthalten die Bittererde als Silicat, in welchem Zustande sie in Wasser beinahe unauflöslich, und desshalb auch dem Pflanzenwachsthum nicht förderlich ist; jene Bodenarten hingegen, welche aus der Verwitterung des Dolomits, oder dolomitischer Mergel hervorgehen, enthalten sie als Carbonat. Die untern Erdschichten enthalten das Bicarbonat der Talkerde, welches vermittelst des Quellwassers zu Tage kömmt. Die obern Erdschichten enthalten das einfache Carbonat, welches durch die Vegetation auf dieselbe Weise, wie der einfach kohlensaure Kalk, zerlegt wird, und sich gegen die übrigen im Boden vorkommenden Körper beinahe völlig wie der einfach-kohlensaure Kalk verhält. Mit den Humussäuren bildet die Talkerde Salze, welche weit leichter auflöslich sind, als die humussauren Kalkerde-Verbindungen. Es können daher die Pflanzen sehr leicht aus einem talkerdehaltigen Boden mehr Talkerde aufnehmen, als ihnen nützlich, und davon rührt es, dass talkerdehaltige Ackererden oftmals der Vegetation nachtheilig sind. Dieses ist insbesondere dann der Fall, wenn ein solcher Boden wenig oder kein Thonerde-Hydrat enthält, welches vermöge seiner stärkern Verwandtschaft zu den Humussäuren, das humussaure Kalkerdesalz zerlegt, und so die nachtheilige Einwirkung desselben verhindert.

Eisenoxyd oder *Eisenoxydul* kommen beinahe in jeder Ackererde vor. Sie treten in derselben als färbende Substanzen auf, und geben ihr bald eine gelbe, rothe, violette, braune, bald eine blaue oder grüne Farbe. Die violetten, grünen und blauen Farben, welche vom Eisenoxydul herrühren, kommen vorzüglich in den untersten Lagen des Bodens vor. Werden diese Lagen längere Zeit mit der Luft in Berührung gesetzt, so nehmen sie, in Folge einer höhern Oxydation des Eisens, eine rothbraune Farbe an. Aus einer solchen Veränderung der Farbe des Bodens lässt sich mit Zuverlässigkeit schliessen, dass der grösste Theil des vorhandenen Eisens nicht mit den Erden verbunden sei. Diess ist für die Vegetation von grosser Wichtigkeit, indem uns die Erfahrung lehrt, dass die freien Eisenoxyde, namentlich das Eisenoxydul, sich leicht mit Säuren vereinigt, wobei die Vegetation grossen Schaden erleiden kann.

In kleiner Quantität ist das Eisen unstreitig dem Wachsthum

der Pflanzen günstig, denn wir finden es in ihrem flüssigen, so wie in ihren festen Theilen, namentlich im Wollgras. Das Eisenoxyd der Ackererde wird durch den Humus in Oxydul verwandelt. Das humussaure Eisenoxydul, so wie das kohlensaure Eisenoxydul, ist aber der Vegetation sehr ungünstig. An der Luft verwandelt es sich nach und nach in Eisenoxydhydrat, welches nicht nur keinen nachtheiligen Einfluss, sondern einen höchst vortheilhaften dadurch auf die Vegetation ausübt, dass es das den Pflanzen so unentbehrliche Ammoniak anzieht und bindet. Desshalb ist das Bearbeiten eines Bodens, welcher viel Eisenoxydul enthält, das Umbrechen, tiefe Pflügen desselben, vortheilhaft. Selbst Wasser, welches viel kohlensaures Eisenoxydul enthält, ist der Vegetation sehr schädlich, so dass Wiesen, die damit bewässert werden, in ihrem Ertrage ganz zurückkommen. Auf gewisse Pflanzen übt das kohlensaure Eisen, wenn sie es in kleiner Quantität aufnehmen, einen wohlthätigen Einfluss aus, wie auf das Wollgras, die Esparcette, den Nussbaum und mehrere andere. Dem Reps ist es dagegen sehr nachtheilig; Erbsen und Wicken schadet es nicht.

Das *Mangan* kommt in sehr vielen Ackererden vor, jedoch immer nur in kleiner Quantität, häufig nur in Spuren, höchst selten über drei Procent. Der Boden enthält dasselbe als Oxyd und als Oxydul, in Verbindung mit Wasser, Erden und Säuren. Es scheint beinahe, dass es der Vegetation sehr günstig sei, denn wir finden es in einer grossen Anzahl angebauter und wildwachsender Pflanzen, ja die Asche der gewöhnlichen Holzkohle zeigt häufig starke Mangan-Reaction. Die meisten Bodenarten enthalten das Mangan als Manganoxydhydrat, welches höchst wahrscheinlich, wie das Eisenoxyd, durch die Humustheile des Bodens in Oxydul verwandelt wird, wodurch es die Eigenschaft erlangt, sich mit Kohlensäure und den Humussäuren zu vereinigen. Diese Verbindungen sind in Wasser löslich, und so wird es uns begreiflich, auf welche Weise die Pflanzen sich das Mangan verschaffen. Das kohlensaure Manganoxydul, welches mit dem kohlensauren Eisenoxydul die meisten Eigenschaften theilt, ist ohne Zweifel wie dieses, den Pflanzen in grösserer Quantität nachtheilig.

Das *Ammoniak* findet sich in vielen fruchtbaren Bodenarten, und es gibt wohl wenige Körper, die das Wachsthum der Pflanzen auf eine so erstaunungswürdige Weise befördern, als die Verbindungen des Ammoniaks mit einigen Säuren, insbesondere die Verbindung des Ammoniaks mit den Humussäuren. Doch kann ein Boden leicht zu viel davon enthalten, und die Pflanzen werden dann schlaff und wässerig darin, namentlich hat ein solcher Boden einen ungünstigen Einfluss auf die Cerealien, welche, darin wachsend, durch jeden etwas heftigen Regen niedergeworfen werden. Den Cruciferen und Leguminosen ist ein Uebermaass von Ammoniak viel weniger nachtheilig; sie verlangen einen ammoniakreichen Boden. Die Humussäuren haben eine starke Verwandtschaft zum Ammoniak; wo beide sich treffen, da verbinden sie sich, und

so wirken die Humussäuren sehr vortheilhaft, indem sie die Verflüchtigung des Ammoniaks verhindern. Keine im Boden vorkommende Substanz ist dem Wachsthum günstiger, als die humussauren Ammoniakverbindungen. Sie werden von den Pflanzen schnell und ohne Nachtheil, selbst in grosser Quantität, assimilirt. Es ist klar, dass das Ammoniak und die Ammoniaksalze vorzüglich durch organische stickstoffhaltige Substanzen in den Boden kommen. Die durch Eindeichung dem Meere abgewonnenen Aecker Ostfrieslands geben dafür einen sprechenden Beweis. Die Mistdüngung wirkt hauptsächlich desshalb so vortheilhaft, weil durch sie dem Boden stickstoffhaltige Substanzen zugeführt werden, aus welchen, bei der weitern Zersetzung Ammoniak gebildet wird, und weil sie zum Theil schon gebildetes Ammoniak in den Boden bringt.

Das *Kali* ist in der Ackererde theils mit Kieselerde verbunden, und in dieser Verbindung im Wasser unauflöslich, theils gebunden an Humussäuren, an Kohlensäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und Phosphorsäure, und von den letztern Kalisalzen enthalten die untern Lagen der Ackererde, wegen ihrer Löslichkeit, gewöhnlich mehr, als die oberen. Das kieselsaure Kali wird an der Luft nach und nach zerlegt, das Kali tritt mit andern Säuren in Verbindung, löst sich so in Wasser auf, und wird den Pflanzen zugeführt. Wir finden das Kali vorzugsweise in solchen Ackererden, die aus der Verwitterung des Gneises, des Granits, des Basaltes, des Dolerits, des Trachyts entstehen, und ihnen verdanken diese Erden einen grossen Theil ihrer Fruchtbarkeit. Von den Kalisalzen kommt am häufigsten das schwefelsaure Kali vor, und es gehört ohne Zweifel zu den wichtigsten Bestandtheilen des Bodens. Salpetersaures Kali oder Salpeter enthalten manche Ackererden in so beträchtlicher Quantität, dass es auf ihrer Oberfläche auswittert. Dieses Salz ist eines der kräftigsten Beförderungsmittel der Vegetation. Das kohlensaure Kali kommt vorzüglich in den untersten Lagen des Bodens vor. Es wirkt gleichfalls sehr wohlthätig auf das Pflanzenwachsthum, besonders dadurch, dass es sich bald in humussaures Kali verwandelt, wenn der Boden einen Gehalt von Humussäuren hat. Die humussauren Kalisalze sind dem Pflanzenwachsthum ganz besonders günstig. Es ist nun auch klar, dass die Düngung mit Holzasche die Bildung von solchen im Boden bewirkt, und dadurch die Vegetation befördert.

Das *Natron* ist in der Ackererde ebenso allgemein verbreitet, als das Kali, aber darin in der Regel in geringerer Menge vorhanden. Unter den festen Bestandtheilen des Regenwassers macht bekanntlich das Kochsalz den grössten Theil aus, und wir dürfen daher wohl annehmen, dass in jeder Ackererde Natron vorhanden sei. Aber auch natronhaltige Gesteine liefern bei der Verwitterung einen natronhaltigen Boden. Wir sehen diess bei der Ackererde, die aus der Verwitterung des *Basaltes*, des *Dolerits* des *Klingsteins* hervorgeht. Diese ist eine der fruchtbarsten, und belehrt uns, welchen wesentlichen Dienst, das Natron in Begleitung des *Kali* der

Vegetation leistet. Das *kali-* und *natronhaltige* Gestein *Dolerit* zeigt sich am Kaiserstuhl im Breisgau dem Weinbau auf eine ungewöhnliche Weise günstig. Auf felsigem Doleritboden stehende Weinberge übertreffen, nebenan, auf Mergelboden stehende, in jeder Beziehung bei weitem. Das beobachtet man insbesondene am Südabfall des Gebirges, bei dem Dorfe *Ihringen*, dessen Weine zu den besten Badens gehören. Das schwarzgraue Gestein besteht dort nach L. v. Babo, Sohn, aus:

Kieselerde	48 21	Kalkerde	14.62
Schwefelsäure	0.19	Bittererde	7.43
Phosphorsäure	0.71	*Kali*	3.66
Thonerde	10.15	*Natron*	1.02
Eisenoxydul	12.48	Chlor und Verlust	0.99
Manganoxydul	1 14		

Es verwittert sehr leicht und verwandelt sich in eine rothbraune Erde, die *ohne Humusgehalt* und *ohne Dünger* das ausgezeichnetste Gedeihen der Reben unterhält. Die Rebe dieses Bodens hinterlässt nach v. Babo 3.41 Procent Asche, und in dieser sind 38.75 Procent *Kali* und 3.75 Procent *Natron* enthalten. Es ist klar, wie die alkalifordernde Rebe, auf dem Ihringer Doleritboden, in der südlichen warmen Lage, inmitten einer üppigen Vegetation, wo ihr Kohlensäure und Ammoniak, und, vermöge der Nähe des Rheins, Feuchtigkeit in hinreichender Menge dargeboten werden, ohne allen Humus und Dünger vortrefflich gedeihen kann.

Die unteren Lagen der Ackererde enthalten jederzeit mehr Natron, als die oberen, weil die Natronsalze sehr leicht im Wasser auflöslich sind. Das schwefelsaure Natron oder Glaubersalz kommt zuweilen in so grosser Menge in der Ackererde vor, dass es bei trockenem Wetter auf der Oberfläche derselben auswittert. Das Kochsalz ist in jeder Ackererde vorhanden. Es wirkt, in kleiner Quantität von den Pflanzen aufgesogen, im Allgemeinen vortheilhaft auf die Vegetation, und es gibt gewisse Pflanzen, die dasselbe in ziemlich bedeutender Quantität aufnehmen, wie die sogenannten Salzpflanzen, die vorzugsweise an den Meeresküsten wachsen. Kohlensaures Natron kommt nur zuweilen in der Ackererde vor; es verwandelt sich bei Gegenwart der Humussäuren sehr bald in humussaures Natron, welches insbesondere von den Sodapflanzen aufgenommen wird.

Die *Baryterde* scheint nur ausnahmsweise in der Ackererde vorzukommen. *Schwefelkies* und *Binaerkies* finden sich öfters darin.

Der *Humus* oder *Moder* *) ist ein Hauptbeförderungsmittel des Wachsthums. Er entsteht durch Verwesung der Holzfaser, überhaupt des Holzes, welches ausser der Faser noch andere organische Stoffe enthält, während sich zu gleicher Zeit Kohlensäure und Wasser als Zersetzungsprodukte bilden. Der Humus enthält

*) Die Gesammtheit der in der Ackererde enthaltenen organischen Körper.

nach MULDER sieben verschiedene organische Verbindungen, dieselben, welche auch im Torf vorkommen, als: *Humus* im engern Sinne des Wortes, oder *Humin* und *Ulmin*, welche in Alkalien unlöslich sind; *Humussäure*, *Ulminsäure* und *Geinsäure*, welche sich in Alkalien lösen und durch Säuren aus der Lösung abgeschieden werden können; endlich *Quellsäure* und *Quellsatzsäure*, gleichfalls löslich in Alkalien.

Aus Humin und Ulmin bilden sich die löslichen Säuren, *Humin-* und *Ulminsäure*, und durch weitere Oxydation derselben durch den Sauerstoff der hinzutretenden Luft wird *Geinsäure* gebildet, und diese wird hinwieder weiter zu *Quellsatzsäure* und *Quellsäure* oxydirt. Diese Säuren bilden nun mit den im Boden enthalten Alkalien, alkalischen Erden und den Oxyden des Eisens, Salze, welche theils löslich, theils unlöslich sind, aber alle durch *Ammoniak* löslich gemacht werden, welches Eisen- und Manganoxyd vertritt, wobei in Wasser schwer- oder unlösliche Salze, in leicht lösliche Ammoniakverbindungen übergehen!

Bei der Sommerwärme schreitet die Bildung von quellsatzsaurem und quellsaurem Ammoniak, aus Huminsäure, und Geinsäure ununterbrochen fort, und indem sich dieses mit den gleichnamigen Salzen der anderen fixen Basen vereiniget, entstehen Doppelsalze, die von den Pflanzen aufgenommen werden können.

Die Quellsäure ist vierbasisch, die Quellsatzsäure fünfbasisch; beide bilden mit Ammoniak und den fixen Alkalien eine Reihe in Wasser löslicher Doppelsalze, durch welche den Pflanzen reichlich alle ihnen zur Nahrung und Ausbildung nöthigen Stoffe zugeführt werden. Diese beiden Säuren sind daher für die Pflanzen viel wichtiger, als die anderen organischen Stoffe des Humus.

Von besonderer Wichtigkeit für die Ernährung der Pflanzen ist auch die *Kohlensäure*, welche bei der Verwesung der Vegetabilien in grosser Menge gebildet wird.

Der milde Humus kommt nur an trockenen Orten, besonders da vor, wo der Boden lehmig, thonig, kalkig und mergelig ist. Er unterscheidet sich von den übrigen Humusarten vorzüglich dadurch, dass er, angefeuchtet, nicht sauer reagirt; dass er sehr viel Stickstoff enthält, und die zur Nahrung der Pflanzen erforderlichen humussauren Salze besitzt. Er wirkt äusserst vortheilhaft auf das Wachsthum.

Der saure Humus enthält freie Humussäuren. Er findet sich gewöhnlich an solchen Orten, wo sich der Humus in grossen Massen angehäuft hat, wie in Sümpfen und Mooren. Gemeiniglich findet man ihn in Sandgegenden, weil hier die zur Neutralisation der Humussäuren erforderlichen Basen fehlen. Er verhält sich im Allgemeinen unwirksam gegen die meisten Pflanzen.

Das *Wasser*, welches jede nicht künstlich getrocknete Ackererde enthält, und welches in einer feuchten Ackererde in namhafter Quantität vorhanden ist, darf ohne Zweifel, in Beziehung auf die Fruchtbarkeit der Ackererde, als die wichtigste Substanz angesehen werden.

Es kann ein Boden alle zur Nahrung der Pflanzen dienenden Substanzen in gehöriger Quantität und Mengung enthalten, und dennoch unfruchtbar sein, sobald ihm nämlich das Wasser fehlt, das zur Lösung der Nahrungsmittel, welche die Wurzel der Pflanze aus dem Boden aufnimmt, erforderlich ist. Die *wasserhaltende* und *wasseranziehende* Kraft einer Ackererde ist daher von besonderer Wichtigkeit.

Die *Gasarten*, welche die Ackererde enthält, werden in dieselbe theils durch das Wasser der Atmosphäre gebracht, theils verschluckt sie, wie jeder poröse Körper, die sie umgebenden Gasarten. Je nach der chemischen Beschaffenheit der Ackererde verschluckt sie auch mehr und weniger von dieser oder von jener Gasart. Je reicher ein Boden an organischen Resten, an humusartigen Stoffen ist, um so mehr absorbirt er Sauerstoffgas; einmal, weil er in diesem Falle sehr locker ist, und dann, weil er zur Bildung der Humussäuren und Kohlensäure viel Sauerstoff braucht. Ein, unter übrigens gleichen Verhältnissen, lockerer Boden, der die Wurzeln der Pflanzen mit der nöthigen Quantität Luft versorgt, wird bessere Früchte hervorbringen, als ein fester und geschlossener.

Der in der Ackererde vorkommende *Sand* ist fast ohne Unterschied Quarzsand. Die kleineren und grösseren in derselben liegenden Steine sind von sehr verschiedener Beschaffenheit. Am häufigsten erscheint unter ihnen abermal der Quarz. Ueberdiess aber findet man darin Gerölle und Geschiebe der verschiedenartigsten Gebirgsarten, je nach der Beschaffenheit des Gesteines, aus welchem die Ackererde entstanden ist, und nach anderweitigen, örtlichen Verhältnissen. Diese Steine sind in sofern dem Wachsthum günstig, als sie den Pflanzen Schutz gegen Hitze und Kälte gewähren, Feuchtigkeit anziehen, und sich allmählig zersetzen.

Von wesentlichem und wichtigem Einfluss auf die Beschaffenheit der Ackererde ist der *Untergrund*, oder die feste Unterlage, auf welcher der Boden ruht; denn wir sehen, dass ein und derselbe Boden in seiner Fruchtbarkeit sehr verschieden ist, je nachdem er auf einer festen und geschlossenen Unterlage, oder auf einer lockern und zerklüfteten ruht; je nachdem er auf einem Fels von Kalkstein oder von Granit liegt.

Wichtigste Literatur der Gesteinslehre.

Schriften, welche das ganze Gebiet umfassen; v. LEONHARD, Charakteristik der Felsarten. 1823. AL. BRONGNIART, classification et caractères mineralogiques des roches. 1827. OMALIUS D'HALLOY, des roches. 1841. MOHS, Geognosie. 1842.

Ueber die Quarzgesteine: Obige Schriften; sodann: HAUSMANN, Reise nach Scandinavien. 5 Bde. 1811—1818. FREYESLEBEN, Beiträge zur mineralogischen Kenntniss von Sachsen. 1817. G. ROSE, Reise nach dem Ural. Bd. I. 1837. Bd. II. 1842. B. STUDER, die Gebirgsmasse des Davos. 1837. DERSELBE und A. ESCHER, Geologie von Mittelbündten. 1839.

Ueber die Feldspathgesteine (Weissstein, Granit, Syenit, Miascit, Gneis, Feldsteinporphyr): C. F. NAUMANN, Erläuterungen zu der geognostischen Karte des Königreichs Sachsen. 1845. v. BUCH, sur le granite (Journal de Physique XLIX). DERSELBE, Reise durch Norwegen. 1810. DERSELBE, geognostische Beobachtungen. 1802. I. DERSELBE, Briefe über Südtyrol. 1824. KEILHAU, die Bildung des Granits (Karst. Archiv X). P. MERIAN, der südliche Schwarzwald, 1831. DE CHARPENTIER, const. géolog. des Pyrénées. 1823. DE SAUSSURE, voyages dans les Alpes. 1779—1796. BROCHANT, les roches granitoïdes des Alpes (Ann. des Mines). 1819. STUDER, Geologie der westlichen Alpen. 1834. F. HOFFMANN, geogn. Verhältnisse des nordwestlichen Teutschlands. 1830. ROSE, Reise nach dem Ural. MOHS, Geognosie. 1842. G. ROSE, über den Granit des Riesengebirges (Poggendorf Ann. LVI). *Ueber Syenit besonders:* ROZIÈRE, déscr. des carrières de Syène (Expéd. d'Égypte. Antiq. II). v. BUCH, Reise durch Norwegen. 1810. HAUSMANN, Reise durch Scandinavien. 1811-1818. NAUMANN, Beiträge zur Kenntniss von Norwegen. 1824. DE HUMBOLDT, gisem. des roches. 1823. NAUMANN, Erläuterungen zu der geognost. Karte des Königreichs Sachsen. 1845. MOHS, Geognosie. 1842. STUDER und A. ESCHER, Geologie von Mittelbündten. 1839. v. ŒYNHAUSEN und v. DECHEN, die Insel Sky (Karst. Archiv 1829) KEILHAU, Geea norwegica. 1834. BEUDANT, voyages en Hongrie. 1822. *Ueber Feldsteinporphyr:* v. BUCH, Reise durch Norwegen. 1810. HAUSMANN, Reise durch Scandinavien. 1811-1818. NAUMANN, Beiträge zur Kenntniss von Norwegen. 1824. KEILHAU, Darstellung der Uebergangsform. in Norwegen. 1826. v. BEUST, die Porphyrgebirge zwischen Freiberg, Tharandt u. s. w. 1835. MERIAN, der südliche Schwarzwald. 1831. ROSE, Reise nach dem Ural. 1837. MOHS, Geognosie. 1842. ZOBEL und v. CARNAL, Beschreibung von Niederschlesien (Karst. Archiv). 1831. SCHWEIZER, Analyse des Porphyrs von Kreuznach (Pogg. LI). 1840.

Ueber Klingstein, Trachyt, Pechstein, Perlstein, Obsidian Bimsstein: v. BUCH, über den Trapp-Porphyr (Berl. Acad.) 1816. DERSELBE, Beschreibung der canarischen Inseln. 1825. BEUDANT,

voyage en Hongrie. 1822. C. Gmelin, Analyse der Phonolithe (Pogg. Ann. XIV). Rammelsberg, Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie. 1841. II. Artikel „Phonolith". v. Humboldt, gisement des roches. 1823. P. Scrope on the Ponza-Islands, Geol. Trans. II. F. Hoffmann, über die liparischen Inseln (Pogg. Ann. XXVI.) Derselbe, geognostiche Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien. 1839. Da Rio, orittologia euganea. 1836. Zehler, das Siebengebirge und seine Umgebungen. 1837. E. de Beaumont, recherches sur l'Etna. 1838. Abich, über die vulkanischen Bildungen in Italien. 1841. Derselbe, über die Natur der vulkanischen Gesteine in Transkaukasien. 1845.

Ueber Glimmergesteine, Glimmerschiefer: v. Buch, Reise durch Norwegen. 1810. Hausmann, Reise nach Scandinavien. 5 Bd. 1811-1818. Macculoch, Western Islands. 1819. Boué, essai sur l'Écosse. 1820. Naumann, Beiträge zur Kenntniss von Norwegen. 2 Vol. 1823. v. Œynhausen, Beschreibung von Oberschlesien. 1822. Zobel und v. Carnal, Beschreibung von Niederschlesien (Karst. Archiv). 1831. de Charpentier, const. géol. des Pyrénées. 1823. Mohs, Geognosie. 1842.

Chlorit und Talkschiefer: v. Eschwege, Brasilien. 1827. Dessen Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens. 1832. Studer; über Davos und Mittelbündten. 1837 und 1839. Sismonda, osserv. geolog. in den mem. di Torino. 1838 u. f. Savi, const. fisica della Toscana, 1839. Rose, Reise nach dem Ural. 1837 u. 1842. Mohs, Geognosie. 1842. Fournet, géologie des Alpes entre le Valais et l'Oisans. 1842.

Ueber Hornblende- und Augitgesteine: v. Buch, über den Gabbro (Berl. Mag. IV. und VII.). G. Rose, über Diorit, Dioritporphyr, Hyperstenfels, Gabbro und Augitporphyr, in Pogg. Ann. 1835. XXXIV. Bd. Derselbe, Reise nach dem Ural. II. 1842. Mohs, Geognosie. 1842. Œynhausen und v. Dechen, über den Hypersthenfels der Insel Sky, im Karst. Archiv. 1829. v. Buch, über Augitporphyr, in den geogn. Briefen über Südtyrol, 1824, und in Dessen geogn. Erscheinungen am Luganer See, in Leonhards Taschenbuch. 1827. v. Leonhard, die Basaltgebirge. 2 Vol. 1832. C. Gmelin, Analyse des Basalts in Vol. I. des vorgenannten Werkes. Girard, de basalticis eorumque et vulcanorum rationibus. 1840. Derselbe, über Basalte und ihr Verhältniss zu Doleriten, in Pogg. Ann. LIV. Rammelsberg, Handwörterbuch des chem. Theils der Mineralogie. 1841. I. Artikel: Basalt und Dolerit.

Ueber Augitfels: de Charpentier, const. géol. des Pyrénées. 1823.

Ueber Pistazitfels: Pilla, im neuen Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. Von v. *Leonhard* und *Bronn*, 1845. Heft 1.

Ueber Nephelin-Dolerit: v. Leonhard und Gmelin, über den Dolerit des Katzenbuckels im Odenwald. 1822. Gumprecht in Pogg. Ann. XLII. Klipstein in Karsten und v. Dechen, Archiv für Mineralogie u. s. w. XIV. 1840. G. Rose, ebendaselbst. Abich, Untersuchungen über die vulcanischen Bildungen in Italien. 1841.

Derselbe, über die Natur der vulkanischen Gesteine in Transkaukasien. 1845.

Ueber Serpentingesteine: Brongniart, mém. sur les ophiolites (Ann. des Mines.) 1821. Boué, sur les roches serpentineuses (Edinb. philos. journal.) 1827. Savi, delle rocce ofiolitiche della Toscana. 1838. Studer, Beschreibung von Davos und Mittelbündten (Schweiz, Denkschr. 1837 und 1839. G. Rose, Reise nach dem Ural 1837-1842. Fournet, geol. d'une partie des Alpes. 1842. Rammelsberg, Handwörterbuch. 1841. II. Artikel. „Serpentin".

Ueber Schillerfels: Köhler in Pogg. Ann. XI.

Ueber Thongesteine, Thonstein und quarzführenden Thonporphyr: v. Buch, Briefe über Südtyrol, in Leonhards Zeitschrift. 1824. Freyesleben, Kupferschiefergebirg. 1815. F. Hoffmann, geogn. Verhältn. des nordwestl. Teutschlands. 1830. v. Œynhausen, Beschreibung von Oberschlesien. 1822. Zobel und v. Carnal, Beschreibung von Niederschlesien in Karst. Archiv. 1831. Gust. Leonhard, Beschreibung der Umgegend von Schriesheim in v. Leonhard und Bronn Zeitschrift 1839. B Cotta, über den Porphyr im Thüringerwald, ebendaselbst. 1833. Naumann, Erläuterungen zur geognost. Karte von Sachsen. 1845.

Ueber Eisenthon (Wacke): Zum grössten Theil die oben angeführten Schriften; ferner: Brongniart, les terrains calc. trop. du Vicentin. 1823. Abich, die vulkanischen Bildungen in Italien. 1841, und Dessen, über die Natur der vulkanischen Gesteine in Transkaukasien. 1845.

Ueber Thonschiefer: Frick, Analysen verschiedener Thonschiefer. (Pogg. Ann. 1835. XXXV. Stück. 1.) G. Rose, Reise nach dem Ural. 1837 und 1842. v. Dechen, Nöggerath Rheinland-Westphalen. Bd. III. 1824. Omalius d'Halloy, notice sur l'existence, dans le département des Ardennes, d'une roche particullière contenant du Feldspath (Journal des Mines. 1811. Nro. 169.) Naumann, Erläuterungen u. s. w. 1845. Studer, Beschreibung von Davos und Mittelbündten, in den Schweiz. Denkschriften. 1837 und 1839. F. Hoffmann, geognost. Beobachtungen, gesammelt in Italien und Sicilien. 1839. Hisinger, min. Geogn. von Schweden, deutsch von Wöhler. 1826.

Ueber Schalstein: Becher, mineral. Beschreibung der Oran. Nassau. Lande. 1789. Stifft, Beschreibung des Herzogthums Nassau. 1831. v. Dechen in Nöggeraths Rheinland-Westphalen. II. 1823. Dr. Cramer, geognost. Fragm. von Dillenburg. 1827. P. W. Oppermann, über Schalstein und Kalktrapp. 1836. Savi, mem. sulla cost. fisica della Toscana. 1829. Studer, Beschreibung von Davos und Mittelbündten. Gras, sur l'origine des Spilites en Dauphiné. Bull. géol. XI. Naumann, Erläuterungen u. s. w. 1845.

Ueber Kalkgesteine: Freyesleben, Beiträge zur Kenntniss des Kupferschiefergebirges. 1807. Gh Gmelin, chemische Untersuchungen der Kalkformationen Schwabens. Naturwissenschaftliche Abhandlung von einer Gesellschaft in Würtemberg. Bd. I. 1826.

Ueber Kalktuff: v. BUCH, Beobachtungeu auf Reisen. 1802. II. und HOFF über Karlsbad. 1825. WALCHNER, die Min. Quellen am Schwarzwald. 1843.

Ueber Marmor: FIEDLER, Reise durch Griechenland. 1840. F. HOFFMANN, geogn. Beobachtungen in Italien und Sicilien. 1839. ESCHER und STUDER, über Mittelbündten. 1839. HAUSMANN, Scandin. Reise. 1811-1818.

Ueber Dolomit: v. BUCH, über Dolomit, als Gebirgsart (Berl. Acad.) 1823. DERSELBE, Briefe über Süd-Tyrol. 1824. CH. GMELIN's oben angeführte Abhandlung. RAMMELSBERG, Handwörterbuch 1841. I. Artikel „Bitterspath".

Ueber Gyps und Anhydrit: FREYESLEBEN, Kupferschieferge-birge. 1807. DE CHARPENTIER, les terrains de Bex (Ann. des Mines). 1819. v. ALBERTI, Monographie der Trias. 1834.

Ueber Steinsalz: CORDER, über Cardona (Journ. de Phys. LXXXII); deutsch, mit Zusätzen von KLEINSCHROD (Leonhard, Taschenb. XV.) KEFERSTEIN, Untersuchungen über das Steinsalz, in Teutschland. 1822-1825. KARSTEN, metallurg. Reise. 1921. BEUDANT, voyage en Hongrie. 1822.

Ueber Alaunfels: F. HOFFMANN, geogn. Beobachtungen in Italien und Sicilien. 1839.

Ueber Eisengesteine: HISINGER, miner. Geogn. von Schweden, deutsch von *Wöhler*. 1826. v. ESCHWEGE, Brasilien. 1827.

Ueber Sandsteine: FREYESLEBEN, Kupferschiefergebirge. 1807. STUDER, Monographie der Molasse. 1825. MERIAN, Beiträge zur Geognosie. I. II. 1822 und 1832. v. DECHEN, v. LAROCHE, v. ŒYNHAUSEN, geogn. Umrisse der Rheinländer. 1825. v. ALBERTI, die Trias. 1834. E. DE BEAUMONT, le système des Vosges (Ann. des Mines). 1827. WALCHNNR, die Sandsteine (im Gewerbskalender 1835). A. BRONGNIART, de l'Arkose (Ann. des sciences nat.). 1826. DERSELBE, Art. Macigno, im Dict. des sciences nat.

Ueber Conglomerate: FREYESLEBEN, Kupferschiefergebirge. 1807. STUDER, Monographie der Molasse. 1825. HEIM, Beschreibung des Thüringerwaldes. 1796. F. HOFFMANN, nordwestl. Deutschland. 1830. GOVAN, nat. hist. of the Himal. Mount. (Edinb. Journ.) 1825. DE SAUSSURE, voyages dans les Alpes. STUDER, westl. Alpen. 1834. DERSELBE, über einen Theil der nördl. Alpenkette, in Leonhard, Zeitschrift 1827. MACCULOCH, Western Islands. 1822. BEUDANT, voyages en Hongrie. 1822. F. HOFFMANN, geogn. Beschaffenheit des röm. Bodens (Pogg. Ann. XVI. 1).

Ueber Kohlen: KARSTEN, Untersuchungen über die kohligen Substanzen des Mineralreichs. 1826.

Ueber Torf: WIEGMANN, Entstehung und Wesen des Torfs. 1837. WÄKERLING, über Torf, dessen Entstehung und Wiedererzeugung. 1839. MULDER, Versuch einer allgem. physiologischen Chemie, deutsch von *Moleschott*. 1844-1846.

Ueber Ackererde: SPRENGEL, Bodenkunde. 1837. MULDERS oben angeführte Schrift.

B. Gebirgsmassenlehre.

Die beschriebenen Gesteine bilden theils einzeln, theils in Verbindung mit einander, die grösseren Massen, aus welchen die uns bekannten obersten Schichten der Erde bestehen. Wir nennen sie *Gebirgsmassen*. Sie bieten uns den Anblick zahlloser Erhöhungen und Vertiefungen dar. Die ganze Oberfläche der Erde zeigt eine unendliche Anzahl von Unebenheiten, die merkwürdige Vorgänge, grosse Veränderungen beurkunden, als eine Quelle der organischen Entwickelung, als eine Sicherung der Existenz lebender Wesen betrachtet werden können. Ja diese Unebenheiten der Erdoberfläche sind es, welche uns das Studium der Geognosie möglich machen, uns Gelegenheit verschaffen, in die Erde einzudringen, die Substanzen zu untersuchen, welche die der Oberfläche nächsten Lagen zusammensetzen, die Structur und Lagerung derselben zu erforschen. Tief in die Erdschichten niedergehende, spaltenartige Thäler, bergmännische Grubenbaue, Bohrlöcher, schliessen die *Rinde* der Erde auf und gestatten uns die Beobachtung ihrer Beschaffenheit.

Doch gehen die Arbeiten, Bohrlöcher, mit welchen man in die grösste *relative Tiefe* (d. i. am tiefsten unter den Spiegel des Meeres) gekommen ist, nicht viel über 2000 Pariser Fuss nieder, also weniger als $^1/_{11}$ Meile und nur $^1/_{9800}$ des Erdhalbmessers. Die grösste *relative Tiefe* (unter dem Meeresspiegel), welche in Europa die Menschen mit ihren Arbeiten erreicht haben, ist durch das Bohrloch zu *Rehme* zwischen Preussisch-Minden und Herford, erreicht worden. Sie betrug im Sommer 1844 volle $1873^1/_2$ Pariser Fuss (607^m, 4) und bahnte einer warmen salinischen Quelle den Weg an die Oberfläche, die sich durch Heilkraft auszeichnet und die Veranlassung zur Gründung der Kuranstalt *Neusalzwerk* gab. Die absolute Tiefe war $2094^1/_2$ Fuss (680^m). Der vielbesprochene artesische Brunnen von *Grenelle* zu Paris, hat nur 1683 Fuss (547^m) absolute Tiefe. In China sollen nach den Berichten des Missionärs Imbert, die Bohrlöcher, welche man dort abteuft, um Kohlenwasserstoff zu erhalten, das zum Salzsieden verwendet wird, die Tiefe unserer artesischen Brunnen weit

übertreffen. Jene *Feuerbrunnen*, *Ho-tsing*, sollen in der chinesischen Provinz Szü-tschuan ganz gewöhnlich eine Tiefe von 1800 bis 2000 Fuss haben; ja ein 1812 mit dem Seil erbohrter Ho-tsing bei Tseu-lieu-tsing (Ort des Immerfliessens) soll 3000 Fuss tief sein. (A. v. Hulbold, Kosmos.)

Von tiefen Grubenbauen kommt an *relativer Tiefe* dem Bohrloch zu Neusalzwerk wahrscheinlich sehr nahe die Kohlengrube zu Appendale bei Newkastle unter Lyme in Staffordshire. Man arbeitet dort nach *Smith's* Angaben 2045 pariser Fuss (725 Yards) unter der Oberfläche.

Die absolut tiefste Arbeit, welche Bergleute ausgeführt haben, ist wohl der jetzt unfahrbare Eselsschacht zu *Kuttenberg* in Böhmen, welcher nach *Fr. A. Schmidts* Angaben (Berggesetze der österr. Monarchie, Abth. I. Bd. 1.) die ungeheuere Tiefe von 3545 Fuss erreicht hat. Aber diese Arbeit, so wie mehrere andere, die zu den absolut tiefsten gehören, sind hoch über dem Meere, in Gebirgsgegenden angelegt, und haben entweder das Niveau des Meeres nicht erreicht, oder sind nur zu einer sehr geringen Tiefe unter dasselbe gelangt.

Schätzbare Kenntnisse von der Beschaffenheit der Erdrinde in ausserordentlichen Tiefen unter der Oberfläche, ja in Tiefen, welche der Mensch mit seinen Arbeiten niemals erreichen kann, geben uns *muldenförmig* gebogene Schichten, die man an einer Stelle sich einsenken, und an einer anderen in gemessener Entfernung wieder aufsteigen sieht. Höchst interessante Angaben dieser Art macht v. Dechen, welche Al. v. Humboldt im *Kosmos* mittheilt. v. Dechen sagt; „Die Tiefe der Steinkohlen-Mulde zu Lüttich, am Mont St. Gilles, welche ich gemeinschaftlich mit v. Œynhausen zu 3650 Fuss unter der Oberfläche ermittelt habe, liegt, da der Mont St. Gilles gewiss nicht 400 Fuss absolute Höhe hat, an 3250 Fuss unter dem Meeresspiegel; die Steinkohlen-Mulde zu Mons liegt sogar noch volle 1750 Fuss tiefer. Alle diese Tiefen sind aber nur als gering gegen die zu betrachten, welche die Lagerungsverhältnisse der Steinkohlenflötze in dem Saar-Revier (Saarbrücken) offenbaren. Ich habe nach wiederholten Aufnahmen gefunden, dass das unterste Kohlenflötz, welches in der Gegend von Duttweiler bekannt ist, bei Bettlingen, nordwestl. von Saarlouis, bis 19,406 und 20,656 Fuss (⁹/₁₀ geogr. Meile) unter den Meeresspiegel herabgeht.“ Jene Steinkohlenflötze liegen also eben so tief unter dem Ni-

veau des Meeres, als der Chimborazo sich über demselben erhebt. Vergleicht man nun die Tiefen dieser Mulden mit den Berggipfeln, welche als die höchsten der bekannten Theile der Erdoberfläche gelten, mit den Gipfeln des Himalaya, so erhält man einen senkrechten Abstand von 45,000 Fuss, was $1\frac{96}{100}$ Meile, oder nahezu $\frac{1}{450}$ des Erdhalbmessers gleichkommt. Was nun diesen Abstand erfüllt, in aufeinander gelagerten Schichten oder massigen Bildungen, das ist das *Feld unserer geognostischen Forschung*. Wie klein ist es, im Vergleich mit der Masse der ganzen Erde. Das winzige Verhältniss tritt recht anschaulich hervor, wenn wir uns eine Kugel vorstellen, deren Radius 900 Millimeter beträgt. Auf ihrer Oberfläche stellt dann die Höhe eines Millimeters, die höchsten Gipfel des Himalaya vor, und bis zu 1 Millimeter unter deren Oberfläche, geht die bekannte tiefste Mulde nieder. Dabei wird es klar, dass von einer Kenntniss der *Erdrinde* gar keine Rede sein kann und dass wir wahrhaftig nur die *alleräussersten* Schichten der Erde, gleichsam nur ihre *Oberhaut* kennen. Als *Falten* derselben erscheinen die höchsten Berggipfel.

Die Erde ist ein Sphäroid, dessen Abplattung an den Polen nahe zu $\frac{1}{300}$ beträgt. Die mittlere Dichtigkeit ihrer ganzen Masse geben die genauesten Versuche von Baily zu 5.67 an, d. h. sie ist so vielmal grösser, als die des reinen Wassers.*) Nach der Beschaffenheit der Gesteinsmassen, welche den festen, trockenen Theil der Erdoberfläche bilden, ist die Dichtigkeit desselben kaum 3.0, so dass also gegen das Innere der Erde die Dichtigkeit zunehmen und grösser als 5.67 sein muss. Angenommen, der oberste Theil der Erdmasse, deren Dichtigkeit = 3.0 ist, habe eine Dicke von noch nicht $\frac{1}{4}$ des Erdhalbmessers, so muss der Kern der Erde in Folge der wachsenden Dichtigkeit, schon dichter sein, als Schmiedeeisen = 7.7.

Was sich von der Erde über das Meer erhebt, welches beinahe drei Viertel der Oberfläche unseres Planeten mit *Wasser* bedeckt, nennt man *Land*. (Nach Rigaud 100 Land auf 270

*) Vergleicht man die mittlere Dichtigkeit der Erde mit den spezifischen Gewichten des Wassers und der atmosphärischen Luft, so zeigt sich, dass, wenn die mittlere Tiefe der Meere zu tausend Toisen angenommen wird, das Wasser auf der Erde weniger als den achttausendsten Theil, die Atmosphäre weniger als ein Milliontel des Gewichts der ganzen Erdmasse ausmachen.

Wasser). Was sich unter den Meeresspiegel senkt, heisst *Meeresgrund*. Was davon tiefer liegt, als die Arbeiten der Menschen und die oben angeführten Mulden, oder die Stellen, welche vom Senkblei erreicht worden sind (Capitän Ross erreichte den Meeresgrund westlich von St. Helena in 25.400 Fuss noch nicht), ist uns gänzlich unbekannt.

Das Land wird im Allgemeinen immer höher, je weiter man sich vom Meere gegen seine Mitte begibt, so dass in dieser in der Regel eine allgemeine Erhebung hinzieht, die nach allen Seiten gegen das Meer abfällt. Die Ländermassen unterscheidet man in *Festland* oder *Continentalmassen* und *Inseln*. Diese bilden kaum $^1/_{23}$ der Continente, welche dergestalt ungleich vertheilt sind, dass sie auf der nördlichen Halbkugel dreimal so viel Land ausmachen, als auf der südlichen, wobei diese vorherrschend *meerisch* oder *oceanisch* ist. Vom 40° südlicher Breite an bis gegen den Pol hin ist die Erdoberfläche fast ganz mit Wasser bedeckt. Auch zwischen der Ostküste der alten und der Westküste der neuen Welt ist das Meer, von sparsamen Inselgruppen unterbrochen, vorherrschend, indem es unter den Wendekreisen einen Raum von 145 Längengraden einnimmt. Die südliche Halbkugel und die westliche, vom Meridian von Teneriffa aus westlich gerechnet, sind also die wasserreichsten Theile der ganzen Erdoberfläche.

Auf jeder Hemisphäre der Erde, in welche sie durch den Meridian von Teneriffa getheilt wird, liegt eine grosse Ländermasse, welche man den *östlichen* und *westlichen*, oder den *alten* und *neuen Continent* heisst. Im östlichen Continent ist die vorherrschende Richtung von Osten gegen Westen, im westlichen Continent dagegen von Süden nach Norden. Beide Ländermassen sind im Norden meist unter dem 70° abgeschnitten; im Süden laufen sie in pyramidale Spitzen aus, zum Theil mit untermeerischer Verlängerung in Inseln und Bänken, wie es der Archipel des Feuerlandes, die Lagullasbank südlich vom Vorgebirge der guten Hoffnung und Van Diemensland, südlich von Australien, zeigen. Das Nordende Asiens steigt mit dem Cap Taimura über den obengenannten Breitengrad, nach Krusenstern bis zum 78° 16′ hinauf, während es mit Cook's Ostkap, dem östlichsten Vorgebirge, nach Beechey nur 66° 3′ erreicht.

Eine merkwürdige Thatsache, welche die Aufmerksamkeit in einem hohen Grade anspricht, ist die pyramidale Gestaltung

aller Continente gegen Süden und die mannigfaltige Wiederholung derselben im Kleinen. Wie sich die Südenden der drei Continente von Afrika, Amerika und Australien pyramidal zuspitzen, so enden auch pyramidal die Halbinseln von Arabien, Hindustan und Malacca, so wie die iberische, italienische und hellenische.

Das kleine Europa, fünfmal kleiner als Asien, erscheint als eine westliche, vielgegliederte Halbinsel jenes grossen, fast ungegliederten Festlandes. Afrika und Südamerika haben unter allen grossen Ländermassen die einfachsten Küstenformen. Das östliche Küstenland Asiens aber hat mannigfaltige Gestaltung und ist vielgegliedert. In solchen vielgestalteten Formen der Länder erkannte man schon frühzeitig mächtige Hebel zur Entwicklung und Erhöhung des Culturzustandes der Völker. Die innere Gliederung aber, mit Abwechslung der Formen, die durch Gebirge, Bergzüge, Hochebenen, Thäler, Seen *vielgestaltete Oberfläche* der Erde, ist eine reiche Quelle der mannigfaltigsten Entwicklung des Thier- und Pflanzenlebens, ganz eigenthümlicher Ausbildungen des Lebens der Völker und der körperlichen und geistigen Kräfte der Menschheit. (A. v. Humboldt, Kosmos.)

Der allgemeine Gegensatz zwischen partiellen Erhöhungen und Vertiefungen ist *Berg* und *Thal.* Die Thäler sind durch die Berge bedingt. Nach der Grösse der Erhöhung unterscheidet man eigentlich Berge und *Hügel.* Diese sind niedriger als die Berge, Erhöhungen, welche nicht über zweihundert Fuss über ihre Grundfläche hervorragen.

Von den Bergen.

Gebirgsmassen von geringer Ausdehnung und bedeutender Erhebung über ihre Umgebungen, nennt man *Berge.* Sie zeigen häufig eine mehr und weniger kegelförmige Gestalt. Den oberen Theil derselben nennt man den *Gipfel*, den unteren den *Fuss,* und was zwischen diesen beiden liegt, die *Seiten.*

Der *Gipfel*, welcher den kleinsten Theil eines Berges ausmacht, und in der Ferne zuerst ins Auge fällt, zeigt die mehrsten Verschiedenheiten. Er ist häufig gerundet, domförmig, kuppig, einem flachen kugelabschnitte ähnlich. Seltener ist er sattelförmig, oder abgeplattet, mit einer Platte versehen. Läuft er in einen Punct zusammen, so nimmt er mehr oder weniger

die Gestalt einer Spitze an, und heisst dann mitunter *Pic*. Auch scharfe, eine Kante bildende, zackige, mulden- und trichterförmig vertiefte Gipfel erscheinen an manchen Bergen.

Die *Seiten* bilden den grössten Theil der Berge, und haben einen grossen Einfluss auf ihre Gestalt. Sie erheben sich unter sehr verschiedenen Winkeln, und tragen darnach verschiedene Namen. *Verflächungen* heissen sie, bei weniger als 10°, *Lehnen* bei 10° bis 20°, *Abhänge* bei 20 bis 45°, *Abstürze* bei 45 bis 70°, und *Wände* bei mehr als 70° Neigung. Man gebraucht indessen zur Bezeichnung der geneigten Seiten der Berge gewöhnlich das Wort *Abhang*, und nennt den Neigungswinkel derselben die *Verflächung*. Sie steht mit der Grösse des Neigungswinkels im umgekehrten Verhältnisse. Bei 10 bis 20° Neigung heisst man den Abhang sanft; beträgt der Winkel mehr als 20° und bis 40°, so nennt man ihn steil. Von 40° bis 90° wird er prallig, jähe, schroff, gestürzt genannt.

Die Neigung der Seiten ist schon beträchtlich, wenn sie 30° übersteigt. Bei 35° lässt sich der Abhang schon nicht mehr gut anders, als vermittelst eingehauener Treppen oder Steigeisen besteigen. Ueber 44° kann der Mensch nicht mehr frei ansteigen. Ueberhängende Seiten sind selten, und eben so geradflächige. Weit häufiger sieht man den Abhang der Berge flach vertieft oder ausgehöhlt, bauchig, gefurcht und schluchtig, durch mehr und weniger tiefe, von dem Gipfel herablaufende Einschnitte getheilt, gezackt, mit spitzigen Erhöhungen besetzt, abgesetzt, stufenförmig, indem ansteigende Flächen mit horizontalen wechseln.

Der *Fuss* der Berge, vermittelst welchem sie mit einer Ebene, mit einer Vertiefung oder mit anderen Erhöhungen in Berührung stehen, hat beinahe immer eine weit geringere Neigung als die Seiten. Man sieht häufig prallige und schroffe Berge mit einem sanft ansteigenden Fusse. Diess rührt vorzüglich davon her, dass von den oberen Theilen der Berge losgetrennte Steine unten liegen bleiben und sich anhäufen.

Die meisten Berge sind in die Länge ausgedehnt; ihr Gipfel wird alsdann *Rücken* genannt. Auch heisst man häufig einen in die Länge gezogenen Berg einen *Bergrücken*. Die Hügel, von den Bergen nur durch ihre geringere Höhe verschieden,

zeigen alle die beschriebenen Verhältnisse, haben aber im Allgemeinen mehr gerundete Formen.

In Bezug auf die Höhe der Berge muss man ihre Erhebung über das Meer und die Erhebung über ihre Umgebung unterscheiden. Eine grosse Anzahl von Bergen erhebt sich bedeutend über das Meer und bis zu den grössten gemessenen Höhen, ohne desshalb beträchtlich über ihre Umgebungen hervorzuragen. Davon geben uns die vielen ansehnlich über das Meer erhabenen Berge Asiens ein Beispiel, welche grossentheils nur wenig über ihre Umgebung emporsteigen. Es ist die Höhe der Berge ausserordentlich verschieden. Um sie in dieser Beziehung leicht mit einander vergleichen zu können, bestimmt man in der Regel ihre Höhe über die Meeresfläche, auf welche auch die Höhe aller anderen Puncte auf der Erdoberfläche zurückgeführt wird. Man nennt gewöhnlich Erhebungen, die weniger als 500 Fuss über das Meer ansteigen, niedrig; schwach solche, die zwischen 500 und 1000 Fuss; gering solche, die zwischen 1000 und 2000 Fuss; ziemlich beträchtlich solche, die zwischen 2000 bis 6000 Fuss: beträchtlich solche, die zwischen 6000 und 10,000 Fuss; und sehr beträchtlich solche Erhebungen, welche über 10.000 Fuss über das Meer ansteigen. Die höchsten Berge auf der Erde sind etwas über eine geographische Meile erhaben, und somit gegen den Durchmesser der Erde sehr unbedeutend. Der Dhawalagiri im Himalayagebirg erreicht, nach Hodgson und Herbert, eine Höhe von 26,345 pariser Fuss, was nicht dem tausendsten Theil des Aequatorial-Durchmessers der Erde gleichkommt.

Was das *Messen* der Höhen betrifft, so könnte man allerdings dasselbe durch ein Nivellement vom Meere aus bewerkstelligen. Allein dies wäre ein höchst mühsames Geschäft. Es ist dasselbe auch zur Zeit nur bei einem einzigen Berge von beträchtlicher Höhe unternommen worden, nämlich beim Pic de Midi in den Pyrenäen, welchen Reboul und Vidal im Jahre 1786 durch eine Nivellirung vom mittelländischen Meere an, gemessen haben. Dabei kam ihnen die Lage dieses Berges in der Nähe einer grossen Ebene, welche beinahe seinen Fuss berührt und bis an das Meer fortläuft, sehr zu Hilfe.

Die gebräuchlichen Arten der Messung sind die *trigonometrische* und die *barometrische*.

Bei der trigonometrischen Messung bedarf man irgend eines guten, zum Messen von Verticalwinkeln eingerichteten Instrumentes, eines Theodoliths mit Verticalkreis oder eines Sextanten, oder eines dioptrischen oder reflectirenden Wiederholungskreises.

Man misst eine beträchtlich lange Standlinie, von deren beiden Enden man die Spitze des zu messenden Berges sieht, und die so gelegt ist, dass ihre Verlängerung durch den Fusspunct der fraglichen Höhe geht. Man misst nun den Winkel, welchen die ausgesteckte und gemessene Standlinie mit der von ihrem Anfangspunct an den Höhenpunct gezogenen Visirlinie bildet, und ferner den stumpfen Winkel, dessen Schenkel die verlängerte Standlinie und die von ihrem Ende an den Höhenpunkt gezogene Visirlinie sind. Daraus lässt sich das rechtwinkelige Dreieck berechnen, dessen eine Cathete die Höhe des Berges, die andere die Entfernung und die Hypothenuse die berechnete Linie des ersten stumpfen Dreiecks ist.

Diese Messung erfordert eine günstige Lage des Orts, weil man von den beiden Endpuncten der Standlinie die Spitze des Berges sehen muss, grosse Aufmerksamkeit und sehr genaue Instrumente, weil die Strahlenbrechung, insbesondere bei entfernten Bergen, deren Spitzen nahe am Horizont gesehen werden, grosse Unsicherheit verursacht, und das stumpfwinkelige Dreieck, welches man erhält, bei einem kleinen Fehler in den Winkeln, einen grossen Einfluss auf die gegenüberstehende Seite hat. Sie wird heut zu Tage fast nur zur Bestimmung unzugänglicher Höhen angewendet.

Die barometrische Messung hat entschiedene Vorzüge vor der trigonometrischen, namentlich für den Reisenden, für den Geognosten. Es erfordern die Höhenmessungen mit dem Barometer einen kleinen, sehr leicht transportirbaren Vorrath an Instrumenten und einen geringen Aufwand an Zeit. Einige Minuten reichen hin, die Beobachtung anzustellen und zu berechnen. Bei der Vollkommenheit, welche man jetzt den zu Höhenmessungen bestimmten Barometern gibt, lässt sich eine gewöhnliche Berghöhe leicht bis auf 7 oder 8 Fuss genau barometrisch bestimmen, was für den Zweck des Geognosten hinreichend ist. Hierbei wird indessen vorausgesetzt, dass beide Barometer nicht über drei Stunden von einander entfernt sind, und dass nur

eine Beobachtung gemacht wird. Bei Höhen von 3000 Fuss geht die Ungewissheit auf 10 bis 15 Fuss. Bei grossen Höhen, von 10 bis 12,000 Fuss und darüber, kann die Ungewissheit auf 40 bis 50 Fuss gehen. Es muss indessen ein Berg schon sehr genau trigonometrisch gemessen sein, wenn man annehmen soll, dass die Fehler der trigonometrischen Messung kleiner sind, als die der barometrischen Messung.

Der Nutzen der Höhenmessungen mit dem Barometer für den Naturforscher und Geographen ist einleuchtend. Aber auch dem Ingenieur, dem Bergmanne, dem Oekonomen u. s. w. leisten sie vortreffliche Dienste, und es wird daher der 19. September des Jahrs 1648 immerhin ein denkwürdiger Tag bleiben, an welchem Perrier zu Clermont, durch seinen Schwager Pascal aufgefordert, welcher vermuthete, dass das Barometer auf den Bergen niedriger stehen würde, als in den Thälern, mit dem Barometer in der Hand de Puy de Dôme bestieg, das Quecksilber um 3 Zoll 1.5 Linien fallen sah, und so die erste barometrische Höhenmessung ausführte.

Die einfachste und bequemste Weise, die Höhen durch das Barometer zu bestimmen, ist die vermittelst der Schichten-Methode, deren Beschreibung wir H. Benzenberg verdanken.*) Ich will dieselbe hier mittheilen.

Eine Luftsäule von 24.486 Fuss wiegt so viel, als eine Quecksilbersäule von 28 Zoll, somit wiegt eine von 87.45 Fuss so viel, wie eine Quecksilbersäule von 1 Zoll Höhe. Diess beruht darauf, dass die Luft bei 0° Temperatur und 28 Zoll Barometerstand 10.494mal leichter ist, als das Quecksilber. Eine Luftsäule von gleichförmiger Dichtigkeit muss 10.494mal 28 Zoll lang sein, wenn sie einer Quecksilbersäule von 28 Zoll das Gleichgewicht halten soll.

10.494mal 28 Zoll sind 293832 Zoll = 24.486 Fuss.

Man kann also die Länge jeder Luftsäule berechnen, die einer Quecksilbersäule von 1 Zoll das Gleichgewicht hält, sobald man ihre Dichtigkeit kennt, und diese ist bekannt, sobald man das Gewicht kennt, mit dem sie zusammengedrückt ist.

*) Beschreibung eines einfachen Reisebarometers, nebst einer Anleitung zur leichten Berechnung der Berghöhen. Von J. F. Benzenberg. Düsseldorf 1811. 8°.

Denkt man sich nun die Luft in 2800 Schichten von zunehmender Höhe getheilt, so dass jede Schichte einer Quecksilbersäule von $^1/_{100}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht hält, wobei die erste Schichte 8.745 Fuss hoch ist, und man annehmen kann, dass jede solche Schichte oben und unten gleich dicht ist; so erhält man folgende, den Barometerständen zugehörige Längen der Luftschichten und deren Summen, somit die zwischen zwei Stationen befindliche verticale Höhe.

Barometerstand.	Raum, welchen die Luft einnimmt.	Länge der Luftschichten.	Summe, oder verticale Höhe.
28.00	$^1/_{2800}$	8.745 F.	0.000 F.
27.99	$^1/_{2799}$	8.749 „	8.745 „
27.98	$^1/_{2798}$	8.752 „	17.494 „
27.97	$^1/_{2797}$	8.755 „	26.246 „
27.96	$^1/_{2796}$	8.758 „	35.001 „
27.95	$^1/_{2795}$	8.762 „	43.759 „
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
27.90	$^1/_{2790}$	8.777 „	87.600 „
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
27.85	$^1/_{2785}$	8.793 „	131.517 „
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
27.80	$^1/_{2780}$	8.809 „	175.516 „

u. s. w.

Bis zu 100 Schichten fortgesetzt, oder bis an das Ende des ersten Zolls, würde die Summe der Luftschichten 890.4 Fuss betragen. Theilte man die Atmosphäre in 28 Schichten, so würden wir 874.5 „ für einen Zoll Quecksilber erhalten. Also Unterschied 15.9 Fuss.

Diese Differenz rührt von der Annahme her, dass in einer Luftschichte von 874 Fuss die Luft oben so dicht seie, wie unten. Man würde also bei einer Eintheilung der Atmosphäre

in 28 Schichten die Berghöhen um $^1/_{55}$ des Ganzen zu klein angeben. Bei der Annahme von 2800 Schichten, die 100mal dünner sind, ist auch der Fehler 100mal kleiner, und beträgt somit nicht mehr als $^1/_{5500}$ des Ganzen. Nun sind aber die unvermeidlichen Fehler beim Höhenmessen mit dem Barometer 10mal grösser, wie dieser, und so kommt dieser unbedeutende Fehler der Rechnung in gar keinen Betracht.

Einige Beispiele werden den Gebrauch der voranstehenden Tafel zeigen.

Das Barometer stand unten auf 28.00 Zoll, und auf dem Berge auf 27.85. Neben 28.00 steht in der Colonne Summe = 0.000
Neben 27.85 steht = ... 131.517
Beides von einander abgezogen gibt für die Berghöhe 131.517 Fuss.

Steigt man weiter, bis das Barometer auf 27,80 gefallen ist, so steht neben dieser Zahl 175.516, als die Anzahl der Fusse, die man von unten gestiegen ist. Will man nun wissen, wie weit man von der zweiten Station bis zur dritten gestiegen ist,
so hat man 175.516 Fuss
weniger 131.517 „
Man ist also 43.999 Fuss
gestiegen.

Man sieht daraus, dass es gleichgültig ist, ob man unten oder in der Mitte anfängt zu messen. Man zieht die Zahl, die beim unteren Barometerstande steht, von der ab, die beim oberen steht, der Unterschied zwischen beiden ist der Unterschied der Höhen.

Damit eine solche Tabelle im Gebrauche bequem seye, muss sie dieselbe Eintheilung haben, die das Barometer hat; sie muss ferner alle möglichen Stände des Quecksilbers enthalten. Ist sie für Deutschland berechnet, so muss sie einen Umfang von 29 bis 23 Zoll haben. Es sinkt nämlich auf den höchsten Bergen in Deutschland das Quecksilber um 4 Zoll; rechnet man hierzu noch 2 Zoll für die Barometerveränderungen an demselben Orte, zwischen dem höchsten und tiefsten Stande, so erhält man 6 Zoll. Ferner ist der mittlere Barometerstand an dem Meere etwas über 28 Zoll, der höchste nicht über 29, der tiefste nicht unter 27 Zoll. Man reicht somit mit Tafeln,

die einen Umfang von 29 bis 23 Zoll haben, in allen Fällen hin.

H. Benzenberg hat solche Tafeln für Deutschland berechnet, jedoch nach der nicht sehr gewöhnlichen 100 theiligen Zoll-Scala. Weit allgemeiner ist die 120 theilige Zoll-Scala, bei welcher (der Pariser Fuss à 12 Zoll) der Zoll in 12 Linien und die Linie in 10 Zehntel getheilt ist. Ich theile daher, statt der Benzenberg'schen Tafeln, die von Hofr. Wucherer für die 120 theilige Zoll-Scala berechneten mit, und bemerke, dass, in Folge der angewendeten Berechnungsweise, die Zahlen etwas zu klein sind, was für 1 Zoll Barometerunterschied ungefähr 1 Fuss beträgt, in den meisten Fällen also ganz unbedeutend ist, und hiernach, wo es für nöthig erachtet werden sollte, leicht verbessert werden kann.

Von 29.00 bis 28.00 Zoll.

Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.
Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.
29.	0. 0	0	28.	8. 0	283	28.	4. 0	569
28.	11. 9	7		7. 9	290		3. 9	576
	11. 8	14		7. 8	297		3. 8	583
	11. 7	21		7. 7	304		3. 7	590
	11. 6	28		7. 6	311		3. 6	598
	11. 5	35		7. 5	318		3. 5	605
	11. 4	42		7. 4	325		3. 4	612
	11. 3	49		7. 3	333		3. 3	619
	11. 2	56		7. 2	340		3. 2	626
	11. 1	63		7. 1	347		3. 1	634
28.	11. 0	70	28.	7. 0	354	28.	3. 0	641
	10. 9	77		6. 9	361		2. 9	648
	10. 8	84		6. 8	368		2. 8	655
	10. 7	92		6. 7	375		2. 7	663
	10. 6	99		6. 6	383		2. 6	670
	10. 5	106		6. 5	390		2. 5	677
	10. 4	113		6. 4	397		2. 4	684
	10. 3	120		6. 3	404		2. 3	691
	10. 2	127		6. 2	411		2. 2	699
	10. 1	134		6. 1	418		2. 1	706
28.	10. 0	141	28.	6. 0	425	28.	2. 0	713
	9. 9	148		5. 9	433		1. 9	720
	9. 8	155		5. 8	440		1. 8	728
	9. 7	162		5. 7	447		1. 7	735
	9. 6	169		5. 6	454		1. 6	742
	9. 5	176		5. 5	461		1. 5	749
	9. 4	183		5. 4	468		1. 4	757
	9. 3	191		5. 3	476		1. 3	764
	9. 2	198		5. 2	483		1. 2	771
	9. 1	205		5. 1	490		1. 1	778
28.	9. 0	212	28.	5. 0	497	28.	1. 0	786
	8. 9	219		4. 9	504		0. 9	793
	8. 8	226		4. 8	511		0. 8	800
	8. 7	233		4. 7	519		0. 7	807
	8. 6	240		4. 6	526		0. 6	815
	8. 5	247		4. 5	533		0. 5	822
	8. 4	254		4. 4	540		0. 4	829
	8. 3	261		4. 3	547		0. 3	836
	8. 2	269		4. 2	554		0. 2	844
	8. 1	276		4. 1	562		0. 1	851
						28.	0. 0	858

Unterschied für $^1/_{1200}$ Zoll = 9 Zoll.

Von 28.00 bis 27.00 Zoll.

Fallen des Quecksilbers. Zoll.	Linien	Steigen des Beobachters. Fuss.	Fallen des Quecksilbers. Zoll.	Linien.	Steigen des Beobachters. Fuss.	Fallen des Quecksilbers. Zoll.	Linien.	Steigen des Beobachters. Fuss.
28.	0. 0	858	27.	8. 0	1151	27.	4. 0	1448
27.	11. 9	866		7. 9	1159		3. 9	1455
	11. 8	873		7. 8	1166		3. 8	1463
	11. 7	880		7. 7	1173		3. 7	1470
	11. 6	887		7. 6	1181		3. 6	1478
	11. 5	895		7. 5	1188		3. 5	1485
	11. 4	902		7. 4	1195		3. 4	1493
	11. 3	909		7. 3	1203		3. 3	1500
	11. 2	917		7. 2	1210		3. 2	1507
	11. 1	924		7. 1	1218		3. 1	1515
27.	11. 0	931	27.	7. 0	1225	27.	3. 0	1522
	10. 9	939		6. 9	1232		2. 9	1530
	10. 8	946		6. 8	1240		2. 8	1537
	10. 7	953		6. 7	1247		2. 7	1545
	10. 6	960		6. 6	1255		2. 6	1552
	10. 5	968		6. 5	1262		2. 5	1560
	10. 4	975		6. 4	1269		2. 4	1567
	10. 3	982		6. 3	1277		2. 3	1575
	10. 2	990		6. 2	1284		2. 2	1582
	10. 1	997		6. 1	1292		2. 1	1590
27.	10. 0	1004	27.	6. 0	1299	27.	2. 0	1597
	9. 9	1012		5. 9	1306		1. 9	1605
	9. 8	1019		5. 8	1314		1. 8	1612
	9. 7	1026		5. 7	1321		1. 7	1620
	9. 6	1034		5. 6	1329		1. 6	1627
	9. 5	1041		5. 5	1336		1. 5	1635
	9. 4	1048		5. 4	1344		1. 4	1642
	9. 3	1056		5. 3	1351		1. 3	1650
	9. 2	1063		5. 2	1358		1. 2	1657
	9. 1	1070		5. 1	1366		1. 1	1665
27.	9. 0	1078	27.	5. 0	1373	27.	1. 0	1672
	8. 9	1085		4. 9	1381		0. 9	1680
	8. 8	1092		4. 8	1388		0. 8	1688
	8. 7	1100		4. 7	1396		0. 7	1695
	8. 6	1107		4. 6	1403		0. 6	1703
	8. 5	1114		4. 5	1410		0. 5	1710
	8. 4	1122		4. 4	1418		0. 4	1718
	8. 3	1129		4. 3	1425		0. 3	1725
	8. 2	1136		4. 2	1433		0. 2	1733
	8. 1	1144		4. 1	1440		0. 1	1740
						27.	0. 0	1748

Unterschied für $^{1}/_{1200}$ Zoll = 9 Zoll.

Von 27.00 bis 26.00 Zoll.

Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.
Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.
27.	0. 0	1748	26.	8. 0	2052	26.	4. 0	2359
26.	11. 9	1755		7. 9	2059		3. 9	2367
	11. 8	1763		7. 8	2067		3. 8	2375
	11. 7	1771		7. 7	2075		3. 7	2383
	11. 6	1778		7. 6	2082		3. 6	2390
	11. 5	1786		7. 5	2090		3. 5	2398
	11. 4	1793		7. 4	2098		3. 4	2406
	11. 3	1801		7. 3	2105		3. 3	2414
	11. 2	1808		7. 2	2113		3. 2	2421
	11. 1	1816		7. 1	2121		3. 1	2429
26.	11. 0	1823	26.	7. 0	2128	26.	3. 0	2437
	10. 9	1831		6. 9	2136		2. 9	2445
	10. 8	1839		6. 8	2144		2. 8	2452
	10. 7	1846		6. 7	2151		2. 7	2460
	10. 6	1854		6. 6	2159		2. 6	2468
	10. 5	1861		6. 5	2167		2. 5	2476
	10. 4	1869		6. 4	2174		2. 4	2484
	10. 3	1877		6. 3	2182		2. 3	2491
	10. 2	1884		6. 2	2190		2. 2	2499
	10. 1	1882		6. 1	2197		2. 1	2507
26.	10. 0	1899	26.	6. 0	2205	26.	2. 0	2515
	9. 9	1907		5. 9	2213		1. 9	2522
	9. 8	1914		5. 8	2220		1. 8	2530
	9. 7	1922		5. 7	2228		1. 7	2538
	9. 6	1930		5. 6	2236		1. 6	2546
	9. 5	1937		5. 5	2244		1. 5	2554
	9. 4	1945		5. 4	2251		1. 4	2561
	9. 3	1953		5. 3	2259		1. 3	2569
	9. 2	1960		5. 2	2267		1. 2	2577
	9. 1	1968		5. 1	2274		1. 1	2585
26.	9. 0	1975	26.	5. 0	2282	26.	1. 0	2593
	8. 9	1983		4. 9	2290		0. 9	2600
	8. 8	1991		4. 8	2298		0. 8	2608
	8. 7	1998		4. 7	2305		0. 7	2616
	8. 6	2006		4. 6	2313		0. 6	2624
	8. 5	2013		4. 5	2321		0. 5	2632
	8. 4	2021		4. 4	2328		0. 4	2640
	8. 3	2029		4. 3	2336		0. 3	2647
	8. 2	2036		4. 2	2344		0. 2	2655
	8. 1	2044		4. 1	2352		0. 1	2663
						26.	0. 0	2671

Unterschied für 1/1200 Zoll = 9 Zoll.

Von 26.00 bis 25.00 Zoll.

Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.
Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien	Fuss.
26.	0. 0	2671	25.	8. 0	2986	25.	4. 0	3306
25.	11. 9	2679		7. 9	2994		3. 9	3314
	11. 8	2687		7. 8	3002		3. 8	3322
	11. 7	2694		7. 7	3010		3. 7	3330
	11. 6	2702		7. 6	3018		3. 6	3338
	11. 5	2710		7. 5	3026		3. 5	3347
	11. 4	2718		7. 4	3034		3. 4	3355
	11. 3	2726		7. 3	3042		3. 3	3363
	11. 2	2734		7. 2	3050		3. 2	3371
	11. 1	2742		7. 1	3058		3. 1	3379
25.	11. 0	2749	25.	7. 0	3066	25.	3. 0	3387
	10. 9	2757		6. 9	3074		2. 9	3395
	10. 8	2765		6. 8	3082		2. 8	3403
	10. 7	2773		6. 7	3090		2. 7	3411
	10. 6	2781		6. 6	3098		2. 6	3419
	10. 5	2789		6. 5	3106		2. 5	3427
	10. 4	2797		6. 4	3114		2. 4	3435
	10. 3	2805		6. 3	3122		3. 3	3443
	10. 2	2812		6. 2	3130		2. 2	3451
	10. 1	2820		6. 1	3138		2. 1	3460
25.	10. 0	2828	25.	6. 0	3146	25.	2. 0	3468
	9. 9	2836		5. 9	3154		1. 9	3476
	9. 8	2844		5. 8	3162		1. 8	3484
	9. 7	2852		5. 7	3170		1. 7	3492
	9. 6	2860		5. 6	3178		1. 6	3500
	9. 5	2868		5. 5	3186		1. 5	3508
	9. 4	2876		5. 4	3194		1. 4	3516
	9. 3	2883		5. 3	3202		1. 3	3524
	9. 2	2891		5. 2	3210		1. 2	3533
	9. 1	2899		5. 1	3218		1. 1	3541
25.	9. 0	2907	25.	5. 0	3226	25.	1. 0	3549
	8. 9	2915		4. 9	3234		0. 9	3557
	8. 8	2923		4. 8	3242		0. 8	3565
	8. 7	2931		4. 7	3250		0. 7	3573
	8. 6	2939		4. 6	3258		0. 6	3581
	8. 5	2947		4. 5	3266		0. 5	3589
	8. 4	2955		4. 4	3274		0. 4	3598
	8. 3	2963		4. 3	3282		0. 3	3606
	8. 2	2971		4. 2	3290		0. 2	3614
	8. 1	2979		4. 1	3298		0. 1	3622
						25.	0. 0	3630

Unterschied für $^1/_{120}$ Zoll = 9 Zoll.

Von 25.00 bis 24.00 Zoll.

Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.
Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.
25.	0. 0	3630	24.	8. 0	3958	24.	4. 0	4291
24.	11. 9	3638		7. 9	3967		3. 9	4300
	11. 8	3646		7. 8	3975		3. 8	4308
	11. 7	3655		7. 7	3983		3. 7	4316
	11. 6	3663		7. 6	3992		3. 6	4325
	11. 5	3671		7. 5	4000		3. 5	4333
	11. 4	3679		7. 4	4008		3. 4	4342
	11. 3	3687		7. 3	4016		3. 3	4350
	11. 2	3695		7. 2	4025		3. 2	4358
	11. 1	3704		7. 1	4033		3. 1	4367
24.	11. 0	3712	24.	7. 0	4041	24.	3. 0	4375
	10. 9	3720		6. 9	4050		2. 9	4384
	10. 8	3728		6. 8	4058		2. 8	4392
	10. 7	3736		6. 7	4066		2. 7	4400
	10. 6	3745		6. 6	4074		2. 6	4409
	10. 5	3753		6. 5	4083		2. 5	4417
	10. 4	3761		6. 4	4091		2. 4	4426
	10. 3	3769		6. 3	4099		2. 3	4434
	10. 2	3777		6. 2	4108		2. 2	4442
	10. 1	3786		6. 1	4116		2. 1	4451
24.	10. 0	3794	24.	6. 0	4124	24.	2. 0	4459
	9. 9	3802		5. 9	4133		1. 9	4468
	9. 8	3810		5. 8	4141		1. 8	4476
	9. 7	3818		5. 7	4149		1. 7	4485
	9. 6	3827		5. 6	4158		1. 6	4493
	9. 5	3835		5. 5	4166		1. 5	4502
	9. 4	3843		5. 4	4174		1. 4	4510
	9. 3	3851		5. 3	4183		1. 3	4518
	9. 2	3859		5. 2	4191		1. 2	4527
	9. 1	3868		5. 1	4199		1. 1	4535
24.	9. 0	3876	24.	5. 0	4208	24.	1. 0	4544
	8. 9	3884		4. 9	4216		0. 9	4552
	8. 8	3892		4. 8	4224		0. 8	4561
	8. 7	3901		4. 7	4233		0. 7	4569
	8. 6	3909		4. 6	4241		0. 6	4578
	8. 5	3917		4. 5	4249		0. 5	4586
	8. 4	3925		4. 4	4258		0. 4	4595
	8. 3	3934		4. 3	4266		0. 3	4603
	8. 2	3942		4. 2	4274		0. 2	4612
	8. 1	3950		4. 1	4283		0. 1	4620
						24.	0. 0	4629

Unterschied für 1/1200 Zoll = 10 Zoll.

Von 24.00 bis 23.00 Zoll.

Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.	Fallen des Quecksilbers.		Steigen des Beobachters.
Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.	Zoll.	Linien.	Fuss.
24.	0. 0	4629	23.	8. 0	4971	23.	4. 0	5318
23.	11. 9	4637		7. 9	4979		3. 9	5326
	11. 8	4646		7. 8	4988		3. 8	5335
	11. 7	4654		7. 7	4996		3. 7	5344
	11. 6	4663		7. 6	5005		3. 6	5353
	11. 5	4671		7. 5	5014		3. 5	5361
	11. 4	4680		7. 4	5022		3. 4	5370
	11. 3	4688		7. 3	5031		3. 3	5379
	11. 2	4697		7. 2	5040		3. 2	5388
	11. 1	4705		7. 1	5048		3. 1	5396
23.	11. 0	4714	23.	7. 0	5057	23.	3. 0	5405
	10. 9	4722		6. 9	5066		2. 9	5414
	10. 8	4731		6. 8	5074		2. 8	5423
	10. 7	4739		6. 7	5083		2. 7	5431
	10. 6	4748		6. 6	5091		2. 6	5440
	10. 5	4756		6. 5	5100		2. 5	5449
	10. 4	4765		6. 4	5109		2. 4	5458
	10. 3	4773		6. 3	5117		2. 3	5466
	10. 2	4782		6. 2	5126		2. 2	5475
	10. 1	4790		6. 1	5135		2. 1	5484
23.	10. 0	4799	23.	6. 0	5143	23.	2. 0	5493
	9. 9	4808		5. 9	5152		1. 9	5502
	9. 8	4816		5. 8	5161		1. 8	5510
	9. 7	4825		5. 7	5170		1. 7	5519
	9. 6	4833		5. 6	5178		1. 6	5528
	9. 5	4842		5. 5	5187		1. 5	5537
	9. 4	4850		5. 4	5196		1. 4	5546
	9. 3	4859		5. 3	5204		1. 3	5555
	9. 2	4867		5. 2	5213		1. 2	5563
	9. 1	4876		5. 1	5222		1. 1	5572
23.	9. 0	4885	23.	5. 0	5230	23.	1. 0	5581
	8. 9	4893		4. 9	5239		0. 9	5590
	8. 8	4902		4. 8	5248		0. 8	5599
	8. 7	4910		4. 7	5256		0. 7	5607
	8. 6	4919		4. 6	5265		0. 6	5616
	8. 5	4928		4. 5	5274		0. 5	5625
	8. 4	4936		4. 4	5283		0. 4	5634
	8. 3	4945		4. 3	5291		0. 3	5643
	8. 2	4953		4. 2	5300		0. 2	5652
	8. 1	4962		4. 1	5309		0. 1	5661

Unterschied für $^1/_{1200}$ Zoll = 10 Zoll.

Will man die Zwölfhunderttheile des Zolls in Rechnung bringen, so verfährt man hierbei auf folgende Weise:

Unten steht in jeder Tafel, wie viel Höhenunterschied in Zollen $^1/_{1200}$ Zoll Quecksilber mache. Steht nun das Quecksilber unten auf 28″ 8.‴ 01, oben auf 28″ 0.‴ 16, so hat man folgende Rechnung:

28″ 8.‴ 0 geben.	283 Fuss,		
$^1/_{1200}$ gibt (1 mal 9″)	—	—	9 Zoll
	282 Fuss	3 Zoll.	
28″ 0.‴ 1 geben	851 Fuss		
$^6/_{1200}$ geben (6 mal 9″)	4 „	6 Zoll	
	846 Fuss	6 Zoll.	

Also Unterschied: 564 Fuss 3 Zoll.

Bei Hinweglassung der Zwölfhunderttheile hätte man erhalten:

283 Fuss
851 „

Höhenunterschied 568 Fuss. Also Fehler 3 Fuss 9 Zoll.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes des Quecksilbers und das Verhältniss desselben zum specifischen Gewichte der Luft, also die beiden Grundlagen, worauf die Höhenmessungen mit dem Barometer beruhen, sind bei 0° R. erhalten. Bei den voranstehenden Rechnungen haben wir die Temperatur gleichfalls = 0° R. angenommen. Es wird aber sowohl die Luft als das Quecksilber durch Wärme ausgedehnt, und beide in sehr verschiedenem Grade. Das Verhältniss zwischen ihren specifischen Gewichten wird somit bedeutend verändert, so wie die Temperatur von 0° R. abweicht, und man würde ohne die genaue Berücksichtigung der Wärme der Luft und des Quecksilbers und der dabei stattfindenden Raumveränderung beider, grobe Fehler begehen. Nach Gay-Lussac's, von Dulong und Petit wiederholten Versuchen, dehnt sich die Luft für 1° R. um 0.0046875 aus, oder um $^1/_{213}$, wenn sie vollkommen trocken ist, wofür Laplace, wegen der beständigen Feuchtigkeit der Atmosphäre, die Ausdehnung etwas grösser, nämlich zu $^1/_{200}$, annimmt. Das Quecksilber dehnt sich, nach Lavoisier und Laplace, für 1° R. um 0.000230968 aus, wovon $^1/_{4330}$ nur um 22 Tausendmillionstel differirt.

Es ist klar, dass es bei der Ausdehnung der Luft und des Quecksilbers nur auf den Unterschied ankommt, der bei beiden stattfindet. Dieser Unterschied ist $^1/_{200}$ — $^1/_{4330}$; oder $^{4330}/_{866000}$ — $^{200}/_{866000}$, dieses ist $^{4130}/_{866000}$, oder in einen Decimalbruch verwandelt 0.00476905, und abgekürzt 0.00477 *).

Wenn also die Luft um 1° R. wärmer ist, dann muss man die gefundene Länge der Luftsäule um 0.00477, wenn sie 2° R. wärmer ist, muss man sie um zweimal 0.00477 = 0.00954 vermehren, u. s. w.

Damit man nicht nöthig hat, dieses jedesmal für jeden Grad zu berechnen, so folgt ein Täfelchen, in welchem man bei jedem gegebenen Wärmegrad unmittelbar die Zahl findet, um die man die Luftsäule verlängern muss. Man kann am Thermometer ungefähr bis auf $^1/_5$ Grad genau beobachten, und in Deutschland ist es selten wärmer als + 25° R., desshalb ist das Täfelchen von $^2/_{10}$ zu $^2/_{10}$ Grad und nicht weiter als bis 25° berechnet.

*) H. Wucherer hat gezeigt, dass der wahre Veränderungsbruch für g Grade ist

$$= \frac{(m-n)\,g}{(m+g)\,n};$$

also (wenn m = 4330 und n = 200)

$$= \frac{(4330-200)\,g}{(4330+g)\,200} = \frac{4130\,g}{(4330+g)\,200} = \frac{413\,g}{(4330)\,20.}$$

Wärmegrad.	Verlängerung.	Wärmegrad.	Verlängerung.	Wärmegrad.	Verlängerung.
0. 0	0. 00000	9. 0	0. 04293	18. 0	0. 08586
0. 2	00095	9. 2	04388	18. 2	08681
0. 4	00191	9. 4	04484	18. 4	08777
0. 6	00286	9. 6	04579	18. 6	08872
0. 8	00382	9. 8	04675	18. 8	08968
1. 0	0. 00477	10. 0	0. 04770	19. 0	0. 09063
1. 2	00572	10. 2	04865	19. 2	09158
1. 4	00668	10. 4	04961	19. 4	09254
1. 6	00763	10. 6	05056	19. 6	09349
1. 8	00859	10. 8	05152	19. 8	09445
2. 0	0. 00954	11. 0	0. 05247	20. 0	0. 09540
2. 2	01049	11. 2	05342	20. 2	09635
2. 4	01145	11. 4	05438	20. 4	09731
2. 6	01240	11. 6	05533	20. 6	09826
2. 8	01336	11. 8	05629	20. 8	09922
3. 0	0. 01431	12. 0	0. 05724	21. 0	0. 10017
3. 2	01526	12. 2	05819	21. 2	10112
3. 4	01622	12. 4	05915	21. 4	10208
3. 6	01717	12. 6	06010	21. 6	10303
3. 8	01813	12. 8	06106	21. 8	10399
4. 0	0. 01908	13. 0	0. 06201	22. 0	0. 10494
4. 2	02003	13. 2	06296	22. 2	10589
4. 4	02099	13. 4	06392	22. 4	10685
4. 6	02194	13. 6	06487	22. 6	10780
4. 8	02290	13. 8	06583	22. 8	10876
5. 0	0. 02385	14. 0	0. 06678	23. 0	0. 10971
5. 2	02480	14. 2	06773	23. 2	11066
5. 4	02576	14. 4	06869	23. 4	11162
5. 6	02671	14. 6	06964	23. 6	11257
5. 8	02767	14. 8	07060	23. 8	11353
6. 0	0. 02862	15. 0	0. 07155	24. 0	0. 11448
6. 2	02957	15. 2	07250	24. 2	11543
6. 4	03053	15. 4	07346	24. 4	11639
6. 6	03148	15. 6	07441	24. 6	11734
6. 8	03244	15. 8	07537	24. 8	11830
7. 0	0. 03339	16. 0	0. 07632	25. 0	0. 11925
7. 2	03434	16. 2	07727	25. 2	12020
7. 4	03530	16. 4	07823	25. 4	12116
7. 6	03625	16. 6	07918	25. 6	12211
7. 8	03721	16. 8	08014	25. 8	12307
8. 0	0. 03816	17. 0	0. 08109		
8. 2	03911	17. 2	08204		
8. 4	04007	17. 4	08300		
8. 6	04102	17. 6	08395		
8. 8	04198	17. 8	08491		

Es versteht sich von selbst, dass man bei dem Gebrauche dieses Täfelchens bemerken muss, ob das Thermometer über oder unter 0° R. steht. Im ersteren Falle muss man das gefundene Resultat zur Länge addiren und im letzteren davon abziehen.

Am Fuss der Berge ist es gewöhnlich wärmer als auf ihrer Spitze. In diesem Falle nimmt man aus den beiden Wärmegraden das Mittel, und sucht für dieses die Verlängerung in dem Täfelchen.

Das Quecksilber im Barometer nimmt die Temperatur der Luft weit langsamer an, als das Quecksilber des im Freien aufgehängten Thermometers. Gewöhnlich ist seine Temperatur, wenn das Barometer nicht sehr lange in der Luft gehangen, verschieden von der Temperatur des Quecksilbers im freien Thermometer. Ohne Berücksichtigung dieses Umstandes würde man aus begreiflichen Gründen mehr oder weniger grosse Fehler begehen. Man gebraucht daher immer zwei Thermometer, wovon eines am Barometer selbst angebracht ist, um vermittelst dieses die Wärme der Quecksilbersäule zu finden, und sie mit der Wärme der Luft, welche das freie Thermometer angibt, zu vergleichen, den Unterschied zwischen beiden zu bestimmen, und ihren Einfluss auf die Länge der Quecksilbersäule berechnen zu können.

Wir haben gesehen, dass sich das Quecksilber bei jedem Wärmegrade um $^1/_{4330}$ ausdehnt, und somit muss man, wenn der Unterschied z. B. 12 Grade beträgt, $^{12}/_{4330}$ ihrer Länge von ihr abziehen. Auch kann man beide Barometerstände auf die mittlere Luft-Temperatur reduciren, wie unten gezeigt werden soll.

Die Berechnung einer Höhe, vermittelst der Schichtentabelle, kann man nach H. Wucherer in folgende Regeln fassen:

1) Bezeichnet q' denjenigen der beiden Barometerstände, welcher die höhere, q denjenigen, welcher die niedrigere Quecksilber-Temperatur hat, und γ den Unterschied dieser Temperatur, so ist $q + \frac{\gamma q}{4330}$ der auf die höhere Temperatur des anderen reducirte Barometerstand q.

2) Diese Barometerstände q' und $q + \frac{\gamma q}{4330}$ werden in der

Tabelle aufgesucht und die darnebenstehenden Zahlen subtrahirt. Dieser Rest (die wegen der Luft-Temperatur noch unverbesserte Höhe) heisse b, so ist

3) wenn man die halbe Summe der beiden Luft-Temperaturen g nennt, $b \pm \frac{413\ g}{(4330 + g)\ 20} \times b$ die wahre Höhe.

Wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung setze man dieser Höhe für die ersten 3600 Fuss 10, und für jede weitere 1200 Fuss, 4 Fuss hinzu. Die Veränderung der Schwere mit der geographischen Breite ist in Teutschland so unbeträchtlich, dass man die Verbesserung desshalb, namentlich bei Höhen unter 6000 Fuss, ganz vernachlässigen kann. Sie beträgt bei 50° N. B. $^1/_{2030}$, was somit für diese Breite abgezogen werden kann.

Die wörtliche Uebersetzung der angegebenen mathematischen Ausdrücke ist:

1) Ziehe die niedrigere Quecksilber-Temperatur von der höheren ab; multiplizire mit dieser Differenz denjenigen Barometerstand, welcher die niedrigere Temperatur hatte; dividire diess Product mit 4330, und addire den Quotienten zu besagtem Barometerstand, so ist dieser dadurch auf die höhere Quecksilber-Temperatur reducirt.

2) Sowohl diesen reducirten, als auch den anderen Barometerstand, bei welchem die höhere Temperatur beobachtet wurde, suche in der voranstehenden Tafel auf, und subtrahire die daneben stehende Anzahl der Fusse von einander. Der Rest (zu welchem für jeden Zoll Barometer-Unterschied 1 Fuss addirt werden kann) ist die Höhe, die aber wegen der Luft-Temperatur, wenn diese von 1° abweicht, noch berichtiget werden muss.

3) Addire daher die am unteren und oberen Ende der Höhe im Schatten beobachtete Luft-Temperatur und halbire diese Summe. Diese mittlere Temperatur multiplicire mit 413, und dividire das Product mit derjenigen Zahl, welche erhalten wird, wenn man eben jene mittlere Temperatur zu 4330 addirt und die Summe mit 20 multiplicirt. Mit dem Quotienten jener Division wird die nach Nro. 2 berechnete Höhe multiplicirt und das Product zu dieser Höhe addirt, oder von ihr abgezogen, je nachdem die mittlere Luft-Temperatur über oder unter 0° ist.

Zur Erläuterung diene folgendes Beispiel:

Das Barometer stand oben auf 26 Zoll.
Die Temperatur des Quecksilbers war + 18° R.
Die Luft-Temperatur war gleichfalls + 18° R.

Der Barometerstand war unten 28 Zoll.
Die Temperatur des Quecksilbers war + 23° R.
Die Luft-Temperatur war + 24° R.

Nro. 1.

$$23^\circ - 18 = 5^\circ$$

$$26'' \times 5 = 130''$$

$$\frac{130''}{4330} = \frac{(130 \times 12)'''}{4330} = \frac{1560'''}{4330} = 0.\ 36'''$$

Nro. 2.

26″ 0. 36‴ . . . , ...	2643′
28″	858′
	1785′
Hierzu für 2″ Barometer-Unterschied	2′
	1787′

Nro. 3.

$$\frac{24 + 18}{2} = \frac{42}{2} = 21^\circ$$

Ferner

$$21 \times 413 = 8673$$

$$4330 + 21 = 4351$$

$$4351 \times 20 = 87020$$

$$\frac{8673}{87020} = 0.099$$

$$1787' \times 0{,}099 = 177'$$

$$1787' + 177' = 1964'$$

Nro. 4.

Höhen-Unterschied = 1964′ + 5′ (wegen Abnahme der Schwere) = 1969′.

Nach H. Benzenberg's Methode geschieht die Berechnung des voranstehenden Beispiels, wenn man den Barometerstand auf die mittlere Luft-Temperatur reducirt, also:

Oberer Barometerstand.

26 Zoll
hierzu 0.018 Zoll, für 3° (21° — 18°) unter 21°
26, 018 Zoll, = dem auf die mittlere Luft-Temperatur reducirten Barometerstand.

Unterer Barometerstand.

28 Zoll
hiervon 0.013 Zoll, für 2° (23° — 21°) über 21°
27, 987 Zoll, = dem auf die mittlere Luft-Temperatur reducirten oberen Barometerstand.

26.01 Zoll geben.	2664′	
Für 0.008 wird abgezogen . . .	7.2′	
		2656.8′
27.98 Zoll geben	877′	
Für 0.007 Zoll wird abgezogen. .	6.3′	
		870.7′
	Höhen-Unterschied	1786.1′

Da die mittlere Luft-Temperatur 21° ist, so muss diese Zahl noch mit dem Verlängerungsbruch für 21° multiplicirt werden, welchen das Täfelchen zu 0.10017 angibt.

$$1786.1' \times 0.10017 = 178.9'$$
$$1786.1' + 178.9' = 1965'$$

Hierzu 5′, wegen Abnahme der Schwere, gibt 1970′ als den wahren Höhen-Unterschied.

Reducirt man den Barometerstand auf 0°, so ist die Berechnungsart folgende:

26 Zoll oberer Barometerstand.

Hiervon ab $\frac{(26 \times 18)''}{4330} = 0.108''$ für 18° über 0°.

25.892 Zoll, auf 0° reducirter oberer Barometerstand.

28 Zoll unterer Barometerstand.

Hiervon ab $\frac{(28 \times 23)''}{4330} = 0.148''$ für 23° über 0°.

27.852 Zoll, auf 0° reducirter unterer Barometerstand.

25.89 Zoll geben	2777′
Für 0.002 Zoll wird abgezogen	2′
	2775′
27.85 Zoll geben	991′
Für 0.002 Zoll wird abgezogen	1.8′
	989.2′
	1785,8′ =

der Länge einer Luftsäule, welche bei 0° einer Quecksilbersäule von 1.960″ (27 852—25.892) das Gleichgewicht hält.

Die Correction wegen der Luft-Temperatur ist dieselbe, wie oben, nämlich 1785.8′ × 0.10017 = 178.9 und 1785.8′ + 178.9′ = 1964.7′. Hierzu, wegen Abnahme der Schwere, 5′, gibt als wahren Höhen-Unterschied 1969.7′.

Bei den Beobachtungen ist das Heberbarometer wegen seiner Leichtigkeit und Bequemlichkeit, dem Gefässbarometer vorzuziehen. Man kann bei demselben scharf am Rande ablesen, da wo das Quecksilber am Glase anliegt, und bedarf keiner Berichtigung wegen der Haarröhrchen-Kraft, weil die Depression des Quecksilbers in beiden Schenkeln gleich stark ist, und sich somit aufhebt. Es zeigt daher immer die wahre Höhe. Bei dem Gefässbarometer hingegen ist die Depression in dem weiten Gefässe allerdings unmerklich; um so merklicher aber in der engen Röhre, und es muss desshalb bei demselben eine Berichtigung geschehen. Wenn indessen mit demselben Gefässbarometer die Höhe eines Berges gemessen wird, so braucht man keine Correction in dieser Beziehung anzubringen, weil die Depression unten und oben gleich ist, und sich aufhebt. Wenn man aber verschiedene Gefässbarometer mit einander vergleicht, deren Röhren einen verschiedenen Durchmesser haben; wenn man ein Heberbarometer mit einem Gefässbarometer vergleicht; wenn man die mittlere Barometerhöhe eines Ortes bestimmen will: dann muss bei dem Gefässbarometer eine Berichtigung wegen der Herabdrückung des Quecksilbers angebracht werden. Man misst zu dem Ende den inneren Durchmesser der Röhre und des Gefässes, und berechnet, wie viel das Quecksilber im Gefässe steigt, wenn es in der Röhre 1 Linie fällt. Man kann diese Correction nach folgendem Täfelchen machen:

Innerer Durchmesser der Röhre.	Depression des Quecksilbers.
6.76 Linien.	0.056 Linien.
5.62 „	0.079 „
4.50 „	0.169 „
3.94 „	0.282 „
3.38 „	0.405 „
2.81 „	0.562 „
2.25 „	0.754 „
1.69 „	1.035 „
1.13 „	1.575 „

Als practische Regeln bei den Höhenmessungen mit dem Barometer kann man sich Folgendes merken:

Misst man Berge, deren Höhe gering ist, so braucht man nur ein Barometer, weil man voraussetzen darf, dass in der kurzen Zeit, welche zwischen dem Hinauf- und Heruntersteigen verstreicht, der Druck der Luft sich nicht verändert. Man beobachtet erst unten, dann oben, und zum drittenmale, wenn man wieder unten angekommen ist. Findet man hierbei einen kleinen Unterschied, so vertheilt man diesen, indem man voraussetzt, dass das Barometer gleichförmig gefallen oder gestiegen sey.

Ist die zu messende Höhe beträchtlich, oder ist der untere Standpunkt von dem oberen ziemlich entfernt, so muss man zwei Barometer, an jedem Standpunct einen, haben. In diesem Falle müssen die beiden Barometer mit einander verglichen werden.

Sehr weit dürfen die Barometer von einander nicht entfernt sein, weil örtliche Ursachen den Druck über einem Barometer vermehren oder vermindern können, ohne dass das andere davon afficirt wird. Je näher beide Barometer beisammen sind, desto besser ist es.

Soll die absolute Höhe der gemessenen Puncte über dem Meere gefunden werden, so muss die Höhe des Orts, an welchem sich das verglichene Barometer befindet, bekannt sein. Hat man auf einer Reise nur ein Barometer bei sich, so muss man aller Orts, wo man durchkommt, und wo sich Barometer-Besitzer befinden, ihre Barometer mit dem eigenen vergleichen, und sie ersuchen, während der Zeit, als man in ihrer Nähe ist, das Barometer zu bestimmten Stunden zu beobachten und ihre Beobachtungen mitzutheilen.

Oefters aber beobachtet man in Gegenden, die wenig bewohnt sind, in welchen man keinen Besitzer eines Barometers findet; dann bleibt nichts anderes übrig, als seine Beobachtungen nach dem mittleren Barometerstande am Meere zu berechnen. Bei geringen Höhen werden aber hierbei die Fehler so gross, weil die Barometer-Veränderungen am Meere, in mittleren und höheren Breiten, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll betragen, dass sie auf die Hälfte oder ein Viertel des Ganzen gehen. Sind die Höhen über 4000 Fuss, so nimmt der Fehler ab; man erhält aber in keinem Falle eine genaue Bestimmung. Sie darf immer nur als beiläufig gelten.

Den Stand des Thermometers am Meere kennt man gleichfalls nicht. Man weiss indessen, dass die Temperatur für jede 600 Fuss, die man ansteigt, um 1° fällt. Sie nimmt somit von unten nach oben ungefähr in folgendem Verhältnisse ab:

Wenn bei 28 Zoll das Thermometer auf + 12° steht,

so steht es bei	27	„	—	—	„	10.7
— —	26	„	—	—	„	9.3
— —	25	„	—	—	„	7.9
— —	24	„	—	—	„	6.3
— —	23	„	—	—	„	4.9
— —	22	„	—	—	„	3.2
— —	21	„	—	—	„	1.6
— —	20	„	—	—	„	0.2
— —	19	„	—	—	„	2.1
— —	18	„	—	—	„	4.0
— —	17	„	—	—	„	6.0
— —	16	„	—	—	„	8.1
— —	15	„	—	—	„	10.3
— —	14	„	—	—	„	12.6

Mit Hilfe dieser Tafel kann man beiläufig wissen, wie hoch das Thermometer am Meere steht, wenn man seinen Stand auf dem Berge beobachtet hat.

Man hängt das Barometer, so viel man kann, senkrecht*), wo möglich in den Schatten, und wartet die nöthige Abküh-

*) Eine geringe Abweichung von der senkrechten Richtung verändert das Resultat durchaus nicht, indem 1 Zoll Abweichung den Stand des Quecksilbers nicht mehr als ungefähr um $\frac{1}{100}$ Zoll verändert.

lung desselben ab, wenn es durch die Sonnenstrahlen, oder durch den Körper des Tragenden etwas stark erwärmt worden sein sollte, und bemerkt alsdann die Temperatur, welche das am Barometer befestigte Thermometer zeigt. Ehe man den Stand des Barometers abliest, lässt man die Quecksilbersäule einigemal oscilliren, und stellt sich beim Ablesen so, dass das Auge gerade dem scharfen Rande des Quecksilbers gegenüber steht, um die Parallaxe zu vermeiden. Beobachtet man mit einem Gefässbarometer, so thut man besser, an der Convexität abzulesen. Das freie Thermometer muss in jedem Falle in den Schatten gehängt werden, und man hat besonders darauf zu achten, dass es nicht über solchen Stellen, oder in der Nähe solcher Gegenstände angebracht werde, welche anhaltend von der Sonne beschienen worden sind. Die beste Zeit zur Beobachtung ist zwischen 10 und 1 Uhr. Die untersten Luftschichten, in welchen die Instrumente hängen, sind des Morgens, nach Sonnenaufgang kälter, als die oberen, weil diese von den Sonnenstrahlen schneller erwärmt werden, als die Oberfläche der Erde, und diese die unteren Luftschichten immer wieder abkühlt.

Mehrere Stunden nach Sonnenaufgang ist die Erde so warm, wie die Luft, und dann ist der günstige Zeitpunct zur Beobachtung. Später wird die Erde wärmer als die oberen Luftschichten, sie erhitzt nun die unteren Luftschichten, und das Thermometer steht hier höher, als in einer Entfernung von 60 oder 100 Fuss von der Erde. Der Nachmittag ist daher der Beobachtung ungünstig. Abends stehen sich die Temperatur der Luft und der Erde wieder näher, und die Fehler werden daher, wenn man zu dieser Zeit beobachtet, geringer. Ganz heitere, so wie stürmische Tage, und solche, an denen einzelne, sich langsam bewegende Wolken grössere und kleinere Districte beschatten, sind sehr ungünstig. Bewölkte Tage dagegen, Tage, an welchen ein mässig starker Wind die Luftschichten untereinander mengt, ohne für sich einen Einfluss auf das Barometer auszuüben, gehören zu den günstigen.

Von der Verbindung der Berge untereinander.

Von den Gebirgen.

Nur selten sehen wir einzeln stehende Berge auf weiten Ebenen. Vulcane erscheinen zuweilen so, wie der Vesuv und der Aetna zeigen; auch andere nicht geschichtete Gebirgsmassen treten manchmal in einzelnen Bergen auf, wie uns die Devilstone Irlands und der Puy de-Dôme der Auvergne lehren. Gewöhnlich sind die Berge mit einander verbunden, und zwar stehen entweder einzelne Berge durch eine deutliche Erhebung mit einander in Verbindung, oder sie liegen in Haufen und Gruppen beisammen, und einen solchen Haufen von Bergen sind wir gewohnt, ein *Gebirge* zu nennen. Dieser Ausdruck ist indessen etwas unbestimmt, und wir wollen suchen, genauere Bestimmungen zu geben. Findet die Verbindung der Berge unter einander nach *einer bestimmten* Richtung Statt, sind sie in Züge geordnet, so nennen wir die Anzahl der auf solche Art verbundenen Berge, eine *Bergkette*. Sehr oft sind die Berge nach mehreren Richtungen mit einander verbunden, und man hat nun zu unterscheiden, ob eine Verbindung in einer vorherrschenden bestimmten Richtung und mit bestimmter Begrenzung vorhanden ist; oder ob die Berge nach allen Richtungen mit einander zusammen hängen und keine bestimmte Begrenzung haben. Strenge genommen, sollte man den Namen *Gebirge* nur einer, nach bestimmten Richtungen mit einander verbundenen, schärfer begrenzten Anzahl von Bergen geben. Sind Berge in unbestimmten Richtungen an einander gereiht, so nennt man ihre Gesammtheit *hügeliges* oder *bergiges Land*, je nach der Höhe der zusammenhängenden Berge. Von den eigentlichen Gebirgen nennt man nun diejenigen, welche eine beträchtliche Ausdehnung in die Länge haben, *Kettengebirge*. Gebirgen, von ziemlich gleicher Ausdehnung in Länge und Breite, gibt man den Namen *Massengebirge*. Der Schwarzwald kann für die ersteren, der Harz für die letzteren, als Beispiel dienen. Die Gesammtheit nach bestimmten Richtungen geordneter, und gewöhnlich nur mit dem Fuss einander berührender, kegelförmiger Berge, heisst man ein *Kegel-*

gebirge. Das Högauer-Gebirge, das böhmische Mittelgebirge, die Euganeen, sind von dieser Art.

Man nennt Gebirge, welche sich nicht über 3000 Fuss erheben, *niedere* Gebirge, *mittelhohe* Gebirge heisst man solche, welche über 3000 Fuss und bis zu 6000 Fuss ansteigen, und *hohe* Gebirge oder *Alpengebirge* diejenigen, welche sich mehr als 6000 Fuss über das Meer erheben.

Als wesentliche Theile eines Gebirges unterscheidet man den *Gebirgskamm*, den *Gebirgsabfall* und den *Fuss* des Gebirges.

Der Gebirgskamm, welcher beim Kettengebirge auch *Hauptgebirgsrücken, Hauptgebirgsjoch*, beim Massengebirge *Hauptgebirgsstock* heisst, wird durch das Zusammenlaufen der Gebirgsabfälle gebildet. Er läuft, beim Kettengebirge, häufig in derselben Richtung, vom Anfang bis zum Ende des Gebirges fort, mit vielerlei Erhöhungen und Vertiefungen, zuweilen mit einzelnen Winkelbiegungen*), stellt die erhabensten Puncte des Gebirges dar, theilt es in zwei Theile ab, bildet den Wasserscheider desselben, und bestimmt seine mittlere Höhe über dem Meere. Selten erscheint er als *Graht*, als eine Kante, welche durch das unmittelbare Zusammenlaufen der Abfälle gebildet wird. Gemeiniglich besitzt er eine mehr und weniger beträchtliche Breite, und dehnt sich selbst mitunter zu grossen Plateaus aus, wie es nach H. von Buch bei dem Lang-Field-Gebirge in Norwegen, nach H. v. Humboldt bei der Andeskette in Mexico der Fall ist.

Das Massengebirge hat oft keinen Kamm, und wo er vorhanden, besitzt er im Allgemeinen eine geringe Ausdehnung in die Länge, und auch selten eine beträchtliche in die Breite.

Die *Abfälle* des Gebirges, wie man dessen beide grosse Seiten nennt, zeigen selten *gleiche* Neigung. Denkt man sich vom Kamme des Gebirges nach dem mit ihm parallel laufenden Fusse eine Ebene gelegt, so gibt diese Ebene den *allgemei-*

*) Der Kamm der Andeskette, welcher von der magellanischen Strasse herauf, mit einer nur geringen Abweichung nach Ost, dem Meridiane gefolgt ist, nimmt unter der Parallele des Hafens von Arica, bei 18° 28′ 35‴ S. B., plötzlich eine Richtung nach Nordost an, und biegt erst nach einem Laufe von 242000 Toisen wieder nach Norden um.

nen Abfall des Gebirges an, und dieser beträgt immer nur wenige Grade.

Nach d'Aubuisson variirt derselbe zwischen 2 bis 6 Grade, und beträgt beim nördlichen Abfall der Pyrenäen 3 bis 4 Grade, beim südlichen Abfalle der Alpen 3³/₄ Grade. Die Abfälle sind aber niemals vom Kamm bis zum Fuss gleichförmig, sondern aus vielen einzelnen Abfällen zusammengesetzt, welche mitunter weit steiler sind, und häufig 8 bis 12 Grade Neigung haben. Gebirge, welche grosse, weite Thäler, Becken, Seen oder Meere einschliessen, haben ihren steileren Abfall in der Regel gegen diese. Der Schwarzwald und die Vogesen, zwischen welchen das grosse Rheinthal liegt, fallen beide ziemlich steil gegen dasselbe ab. Die sanftere Verflächung zeigt bei dem ersteren der östliche, bei dem letzteren der westliche Abfall. Das Erzgebirge verflächt sich gegen Norden allmählig und sanft; weit stärker und schneller fällt es südlich ab, gegen das Becken von Böhmen. Die Gebirge, welche den Bodensee, den Luzerner See umgeben, fallen stärker auf der den Seen zugekehrten Seite ab, als auf der entgegen gesetzten; und alle Gebirge endlich, welche das Mittelländische Meer, das Mare di Marmora, das Schwarze Meer umfassen, fallen stärker gegen den Meeresspiegel ab, als gegen das Innere des Landes.

Der *Fuss* des Gebirges, das ist, der unterste Theil der Abfälle, hat gewöhnlich die stärkste Verflächung, und verläuft allmählig, durch niedrigere und niedrigere Berge, welche man, in Bezug auf die Hauptmassen des Gebirges, *Vorberge* nennt, in das Flachland, oder steht vermittelst dieser mit dem hügeligen oder bergigen Lande in Verbindung, oder mit einem andern Gebirge. So umzieht eine Reihe von Vorbergen den Schwarzwald, und auf eine recht auffallende Weise zeigen sich Vorberge am Fusse des Harzes, am westlichen und östlichen Abfalle dieses inselartig aufsteigenden Gebirges.

Als weitere Eigenthümlichkeiten, namentlich des höheren Gebirges, verdienen die *Gebirgsgipfel*, *Pässe*, *Schöcke*, *Plateaus*, *Pforten* und *Terrassen* angeführt zu werden.

Die *Gebirgsgipfel*, einzelne grössere und kleinere Erhebungen auf dem Kamm des Gebirges, tragen, nach Massgabe ihrer Frequenz, Form und Höhe, sehr viel zur äusserlichen Beschaffenheit desselben bei; so dass Gebirge, deren Kamm eine gleiche

Höhe über dem Meere hat, bei einer verschiedenen Bildung ihrer Gebirgsgipfel, im äusseren Ansehen doch sehr von einander abweichen. Der Kamm der Pyrenäen steht, wie wir wissen, keineswegs gegen den Kamm der Alpen zurück, ja er übertrifft ihn noch um Etwas, und doch, wie verschieden das Ansehen dieser beiden Gebirge! Die vielen, sich bedeutend über den Kamm erhebenden spitzen Gebirgsgipfel geben dem Alpengebirge einen ganz eigenthümlichen Charakter. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass das Verhältniss des Kammes zu den Gebirgsgipfeln, und die Gestalt dieser, den äusseren Charakter eines Gebirges bestimmt. Als wahre Gebirgsgipfel erscheinen die höchsten Berge der Erde, der *Dhawalagiri*, der *Javahir*, der *Nevado von Sorata*, der *Illimani*, der *Chimborazo*, der *Mont-Blanc*.

Im hohen Gebirge sind diese Gipfel häufig spitz, grossen Obelisken ähnlich, zerrissen, wie die hohen Gebirgsgipfel des schweizerischen Alpengebirges, die Gipfel der Jungfrau, des Eigers, des Mönchs, welche sich hoch in die Wolken erheben. Man heisst solche spitze, schroffe Gebirgsgipfel *Hörner* oder *Pics*. So treffen wir in den Alpen das Schreckhorn, Wetterhorn, Finsterarhorn; in den Pyrenäen den Pic Pédrus, Pic de Serrons, Pic de Bondousan u. s. w., und auf Teneriffa heisst der höchste Berg der Insel, wegen der Gestalt seines Gipfels, el Pico. Im mittelhohen Gebirge, und noch mehr im niederen Gebirge, sind steile Gebirgsgipfel selten. Diese haben hier eine gerundete Form, sind gewöhnlich kuppenförmig, werden *Köpfe*, *Koppen*, *Stöcke*, *Ballons* genannt, Namen, welche wir bei den Gebirgsgipfeln des Riesengebirges, des Schwarzwaldes, der Vogesen, der Vorberge der Alpen häufig antreffen.

Die *Gebirgspässe (Cols)* sind als locale Ausschnitte der Gebirgskämme zu betrachten, und haben ihren Namen davon erhalten, dass sie die Verbindung zwischen zwei durch eine Gebirgskette getrennten Gegenden vermitteln. Den höchsten Punct eines Gebirgspasses, von welchem sich eine Vertiefung an beiden Abfällen des Gebirges herunter zieht, nennt man die *Scheideck*. Der Gebirgskamm senkt sich stellenweise, und manchmal schnell und beträchtlich herab, es entstehen so Ausschnitte oder Einschnitte im Kamm, die öfters tief nieder gehen, von hohen steilen Felsmauern umschlossen und im hohen Gebirge nicht selten sehr enge sind. Tyrol, die Schweiz, die Pyrenäen

liefern uns zahlreiche Beispiele solcher Gebirgspässe. Sie liegen, ungeachtet der beträchtlichen Senkung des Gebirgskammes, immer noch in einer bedeutenden Höhe. Eine grosse Anzahl von Alpenpässen liegt in einer Höhe von 6000 Fuss, und vom Splügen weg östlich, gibt es nirgends mehr einen Einschnitt im Kamme, der unter 7000 Fuss herab käme. In dieser Höhe ist der Septimer-Pass in Graubündten. Der Albula-Pass liegt 7238, der Julier-Pass 7621, der Bernina-Pass 7181, der Pass des Skaletta 8067 Fuss über dem Meere, und noch höher ist der unwegsame Fluela-Pass, aus dem Davos-Thale nach dem unteren Engadin, und der Pass über das Stilfer Joch (8400 Fuss). Der Col de Géant endlich liegt in einer Höhe von 10,600 Fuss. In den Anden und am Himalaya haben die Pässe eine noch viel bedeutendere Höhe. Der Pass von Guanacas liegt 13,800 Fuss, und der Pass Nitce Gbaut 15,774 Fuss über dem Meere.

Solche hoch gelegene, tief eingeschnittene Pässe kommen aber nur im Hochgebirge vor. Im mittelhohen Gebirge sind sie selten, weit weniger tief eingeschnitten, und erscheinen an ihrem höchsten Puncte mitunter als breite, ziemlich flache Hochebenen. So ist es am östlichen Abfall der Pyrenäen, über welche hier durch den niederen, sanft ansteigenden und breiten Col de Pertus die Hauptstrasse von Perpignan nach Spanien führt.

Werden die Pässe sehr enge, zur wahren Spalte mit steilen Felswänden, so heisst man sie *Pforten, Engpässe.* Sie sind oft nur wenige Fuss breit, fürchterlich steil und bis in die Tiefe der Thäler eingerissen. Wenige Menschen können hier leicht ganze Heere aufhalten. Daher werden sie von den Türken *Demir Capi* (eiserne Thore) genannt. Der treffliche Shaw, welcher zwölf Jahre lang im Gebiete von Algier lebte, berichtet, dass das Atlasgebirge eine grosse Menge solcher Engpässe habe und dadurch charakterisirt werde. Lemprière beschreibt den Pass, welcher von Marocco nach Tarudant über den hohen Atlas führt, als eine sehr enge Spalte, welche an mehreren Stellen nur fünfzehn Zoll breit seye, so dass Pferde zwar einzeln hindurch können, der Reiter aber absteigen muss.

Vermittelst der Gebirgspässe lässt sich, nach H. v. Humboldt, eine interessante Vergleichung zwischen den Gebirgskämmen und den Gebirgsgipfeln anstellen. Wenn man nämlich die Pässe als ein Minimum, die Schneegrenze als ein Maximum der Höhe

des Kammes ansieht, so bekommt man für dieselbe einen mittleren Werth, welcher im Verhältniss zur Höhe der Gipfel sehr charakteristisch für die Physiognomie der Gebirge ist. So bestimmt indessen auch durch das Verhältniss der Gipfel zum Kamm der Charakter einzelner Gebirge ausgesprochen ist, so beobachtet es im Allgemeinen doch ziemlich enge Grenzen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Gebirge.	Mittlere Höhe		Höchster Gipfel.	Verhältniss zwisch. Kamm und Gipfel.	
	der Pässe.	des Kammes.			
	Toisen.	Toisen.	Toisen.		
Pyrenäen .	1217	1250	1787	1	1.4
Himalaya .	2432	2432	4390	1	1.8
Caucasus .	—	1330	2567	1	1.9
Alpen . . .	1178	1200	2462	1	2
Andes . . .	1819	1850	3941	1	2.1

Diese Verhältnisse übersieht man mit einem Blicke auf Tafel I, welche, mit geringen Veränderungen, die von H. v. Humboldt entworfene Skizze darstellt, auf welcher auch die neueren Messungen von Pentland und Kupffer eingetragen sind.

Gebirgsschöcke und *Gebirgsknoten*, nennt man Gruppen von Gebirgsgipfeln, aus welchen *ein* Gebirgsgipfel sich stark über die anderen erhebt. Der Monte Rosa, der Mont-Blanc in den Alpen, der Nevado von Sorata in der östlichen Cordillera, die von schneebedeckten Gipfeln umgeben sind, bilden grosse Gebirgsknoten. Solche Knoten erscheinen öfters als Centralpuncte, welche einen entschiedenen Einfluss auf die Beschaffenheit eines Gebirges ausüben, und nicht selten seine Richtung bestimmen. Das Alpengebirge, welches von St. Gotthardt her bis zum Gebirgsknoten des Mont-Blanc in west-südwestlicher Richtung fortläuft, wendet sich jenseits desselben plötzlich nach Süden, und geht in dieser Richtung bis zum Meere fort.

Plateaus, *Plattformen*, *Hochebenen*, nennt man Ebenen, welche auf der Höhe des Gebirges liegen, und *Terrassen* heissen die Absätze am Abfalle desselben.

Von den Gebirgen muss man die *Hochländer* (*table lands*) unterscheiden. Sie bilden niemals eine für sich bestehende Erhebung, sondern liegen immer zwischen zwei oder mehreren

Gebirgen, und sind selten ganz flach. Gewöhnlich tragen sie einzelne Hügelreihen, Berge oder kurze Bergzüge. Von ihrem Abhange ziehen öfters tiefe, enge Schluchten zu den niedrigeren Gegenden herab, und so namentlich bei den asiatischen und afrikanischen Hochländern. Asien schliesst die höchsten und grössten aller Hochländer ein. Sie sind die Wüste Gobi, die grosse Bucharei, Tübet und die Tatarei. Das Hochland von Quito und Hambato, das Tübet der neuen Welt, liegt über 3000 Meter über dem Spiegel des Oceans.

Höhenzüge wollen wir die unbedeutenden, stark verflächten, selten zu Hügeln ansteigenden, Erhebungen nennen, welche zwischen den Quellen der Bäche und Flüsse hinlaufen, häufig die Flussgebiete von einander sondern, und die allgemeinsten Wasserscheiden bilden. H. Ritter hat gezeigt, wie irrig es ist, anzunehmen, dass die Wasserscheide immer mit dem Gebirge zusammenfalle, oder mit ihm Eins seye. Noch weniger ist es voraus zu setzen, dass da, wo eine Wasserscheide ist, auch ein Gebirge sein müsse. Es gibt grosse Strecken auf der Erdoberfläche, über welche eine Wasserscheide fortläuft, ungeachtet kein Gebirge vorhanden ist. So der Höhenzug von Polen und Russland, welcher zwischen der Bothnischen Bucht und dem Eismeere hinzieht. Oft läuft die Wasserscheide neben dem hohen Gebirge hin, wie, nach Wahlenberg, im Süden der Karpathen, zwischen dem Hernad und Poprad, wo die Wasser des Baltischen und des Schwarzen Meeres auf der hügellosen Ebene von Teplics und Ganocz sich scheiden, und keineswegs auf dem Kamm des Gebirges. Ja es fehlt nicht an Beispielen, dass Flüsse die Gebirge geradezu *durchbrechen.* Wir wollen nur einige anführen. Der *Rhein* durchbricht bei Schaffhausen das Juragebirge, bei Bingen das Schiefergebirge des Rheingaus; die *Elbe* durchbricht bei Schandau und Königstein das Sächsische Erzgebirge; die *Aluta* unfern Herrmannstadt das Karpathische Gebirge, und der *Burramputer* bei Rangamati das Gebirge von Hassan, und tritt in das Delta des Ganges ein. Der *Rio Pastaza* durchbricht, „zum Verdruss der Geographen", wie ein berühmter Naturforscher sagt, die Kette des Tungurahua in den Anden von Quito.

Das *Kettengebirge* stellt niemals eine einzige ungetheilte Gebirgskette dar. Es besteht immer aus mehreren grösseren und kleineren Ketten, die durch Vertiefungen von einander geschie-

den sind. Diese laufen theils unter sich parallel, sind *Parallelketten*, theils gehen sie unter beträchtlichen Winkeln an den Seiten einer *Haupt-* oder *Centralkette* ab, das ist, einer solchen Kette, welche die Hauptrichtung des Gebirges hat, die grösste Höhe und den Wassertheiler desselben bildet. Man nennt die abgehenden Ketten der letzteren Art *Seitenketten*, auch *Gebirgsäste*, weil sie, Aesten ähnlich, von einem gemeinschaftlichen Gebirgsstamme auslaufen. Von diesen Seitenketten gehen wiederum andere kleinere Bergketten ab, die man *Nebenketten, Gebirgszweige*, heissen kann; von diesen abermal kleinere u. s. f., so, dass das Ganze eine mehrfach gegliederte und abgetheilte Gebirgsmasse darstellt. Bei vielen nach dieser Weise abgetheilten Kettengebirgen hat man die Beobachtung gemacht, dass die *Centralkette* aus krystallinischen Massen besteht, in welchen keine Reste organischer Körper vorkommen, dass die Seitenketten die ersten Vorkommnisse derselben einschliessen, in Kalk-, Schiefer-, Sandstein- oder Conglomeratbildungen, die stark gegen den Horizont geneigt sind, und aus der Zerstörung früher vorhanden gewesener hergeleitet werden können; dass noch mehr nach Aussen, die Neigung der Schichten ähnlicher Gesteine abnimmt, dagegen die Zahl der organischen Reste grösser wird, und dass an den äussersten Gebirgstheilen, am Fusse selbst, die Schichten wenig geneigt oder horizontal sind, die organischen Reste in grösster Menge erscheinen und grosse Massen von Geröllen, Sand und Thon auftreten, die sich nicht selten auch an den Abfällen des Gebirges bis zu beträchtlichen Höhen hinaufziehen.

Wo Gebirgsäste von der Hauptkette auslaufen, da befindet sich auf dem Kamme derselben häufig ein Gipfel. Der Kamm oder das Joch der Seitenketten senkt sich im Allgemeinen immer gegen den Fuss des Gebirges herab; allein diese Senkung ist durchaus nicht gleichförmig. Nicht selten läuft das Seitenjoch längere Zeit in bedeutender Höhe fort, und fällt erst in grösserer oder geringerer Entfernung vom Hauptjoch schnell ab. Ja öfters erhebt sich das Seitenjoch, und sogar in beträchtlicher Entfernung von der Hauptkette, zu bedeutenden Gipfeln, die mitunter die Gipfel des Hauptgebirgsrückens an Höhe übertreffen. Kein Gebirge zeigt dieses Verhältniss auffallender, als die Pyrenäen. Seine höchsten Gipfel liegen durchaus auf den Seitenjochen. Der Mont-Perdu, die Punta de Lardana, die Maladetta liegen

auf Aesten, welche von der Centralkette nach Süden abgehen; der Canigou, der Roc-Blanc, der Pic de Saint-Barthélemy, der Montcalm, der Pic du midi de Bigorre u. s. w. liegen auf Aesten, welche von der Centralkette nach Norden ablaufen.

Häufig laufen Gebirgsäste über den allgemeinen Fuss des Gebirges hinaus und erstrecken sich weit in die Ebene hinein. In diesem Falle nennt man sie *Gebirgsarme.* Sie sind nicht selten so beträchtlich, dass sie grosse und selbstständige Gebirge ausmachen, welche mit besonderen Namen bezeichnet werden. So läuft vom Hämus oder Balkan südlich nach Romanien ein Gebirgsarm ab, welcher sich mit vielen Zweigen in der Provinz verbreitet, und unter dem Namen der Rhodope als ein selbstständiges Gebirge betrachtet wird.

Laufen Gebirgsäste oder Zweige mit steilem Abfall in das Meer hinaus, so bilden sie *Vorgebirge (Caps).* Das Vorgebirge der guten Hoffnung, an der Südspitze von Afrika, das man gemeinhin das *Cap* nennt, wird durch einen Zweig des nördlicher gelegenen Hochgebirges gebildet, an dessen Ende der Tafelberg von einer Höhe von 3000 Fuss steil gegen das Meer abfällt. Die weiteren zahlreichen Vorgebirge an der Südküste Afrika's sind sämmtlich die äussersten Enden von Gebirgszweigen, welche die Küste in spitzen Winkeln schneiden und in das Meer vorspringen. Das Cap Sierra Leone, der westlichste Vorsprung des Gebirges an der Küste von Guinea, das vom Meere aus wie ein Hochland mit bewaldeten Gipfeln erscheint, tritt als eine zehn Meilen breite Bergwand an die Meeresküste. Es ist bekannt wegen der brüllenden Donner auf seinen Höhen, und hat daher von den Portugiesen den bezeichnenden Namen erhalten. Gerade hier ist es, wo die Region der gefürchteten Trovados oder Wirbelstürme vorüberzieht. Recht auffallend ist die Bildung von Vorgebirgen an der Südspitze von Italien und in Sicilien, durch die Zweige des Apennins.

Zuweilen bleibt ein Arm oder Zweig, statt mit den anderen fortzulaufen, plötzlich zurück, und lässt einen Zwischenraum zwischen den Enden der Zweige, die zu beiden Seiten neben ihm hinlaufen. Man nennt diesen Zwischenraum einen *Busen,* und wenn das Meer den Fuss des Gebirges bespült, eine *Bay,* einen *Golf,* und wenn er klein ist, eine *Bucht.* Diese Räume werden als *Hafen* benützt, und sind den Seefahrern von grosser Wichtigkeit. Als Beispiele wollen wir anführen: den Golf von

Burgas, den Hafen von Constantinopel und den Hafen von Rio de Janeiro.

Die Gebirgszweige, welche den letzteren Hafen einschliessen, laufen an ihren Enden nahe zusammen, so dass nur eine schmale Einfahrt in die grosse Bay von Rio de Janeiro führt, die von steilen aus dem Meere aufsteigenden Bergen eingefasst ist. Beinahe jede grössere Bay schliesst mehrere kleine Buchten ein, die von Nebenzweigen des Gebirges gebildet werden, und daher liegen zuweilen zwei Hafen an derselben Bay, wie z. B. die Hafen von Corunna und Ferrol in der grossen Bay zwischen dem Vorgebirge Ortegal und Finisterre an der Südküste von Spanien. Sonderbar ist es, wie ein enger, geschlängelter, von steilen Granitfelsen umschlossener Canal zu dem weiten Hafen von Ferrol führt. Es hat dieser Hafen seines Gleichen nicht mehr in Europa. In der neuen Welt aber bietet an den Küsten von Neu-Andalusien die Laguna del Obispo genau dieselbe Gestalt des Hafens von Ferrol dar. Vielleicht einzig in seiner Art ist der Hafen Hanaruru auf Woahoo, einer der Sandwich-Inseln. Er wird durch die Arme eines Korallenriffs gebildet, das nur eine schmale, 21 Fuss tiefe Einfahrt offen gelassen hat. Sein geräumiges und tiefes Becken ist zur Zeit der Ebbe vollkommen geschlossen, indem das Riff, selbst an der Stelle der Einfahrt, über den Meeresspiegel hervorragt.

Ganz andere Verhältnisse der Anordnung zeigt das *Massengebirge.* Hier fehlen die vielen von einem gemeinschaftlichen Stamme auslaufenden Ketten, die den Gebirgsfuss überschreitenden Arme. Beim Massengebirge ist um den höchsten Punct desselben, den Gebirgsstock, eine Menge von mehr oder weniger gerundeten Bergen versammelt, welche mitunter in Reihen geordnet sind, die, ohne einen zusammenhängenden Kamm oder Rücken zu bilden, bald dem Gebirgsstock selbst sich anschliessen, bald einem anderen grösseren, seitlich stehenden Berge der Gruppe, und zwischen denen zahlreiche, mehr vereinzelte Berge, zerstreut umher liegen. Vereinzelung ist ein Charakter dieses Gebirges, wovon uns jede gute Charte des Harzes, dieses interessanten Massengebirges, beim ersten Anblick überzeugt.

Von den Thälern.

Die Vertiefungen zwischen den Bergen nennt man *Thäler.* Sie sind durch die Berge bedingt und von ihnen beherrscht, denn ihre Beschaffenheit hängt vorzüglich von der Beschaffenheit der sie einschliessenden Berge ab. Man unterscheidet und benennt die verschiedenen Arten von Thäler folgendermaassen:

Zwischen einzelnen Bergen liegende Thäler heissen *Bergthäler;* zwischen Parallelketten, Gebirgsästen oder Zweigen liegende Thäler, *Gebirgsthäler.* Nach ihrem Verhalten zum Gebirge unterscheidet man *Längenthäler,* welche mit dem Gebirge parallel laufen, und *Querthäler,* welche eine mehr oder weniger senkrechte Richtung auf den Gebirgszug haben. Thäler zwischen einem Gebirge und seinen Vorbergen heissen *Aussenthäler;* Thäler aber, welche zwischen zwei verschiedenen Gebirgen liegen, nennt man *Zwischenthäler.*

Einem grösseren Thale fallen, so wie es zwischen den Bergen herabsteigt, vom Anfang bis zum Ende, beiderseits andere kleinere Thäler zu, welche man *Seitenthäler* nennt, und in diese münden sich wiederum kleinere aus, welche *Nebenthäler* heissen. In Bezug auf diese wird das grössere Thal das *Hauptthal* genannt.

Man unterscheidet bei einem Thale den *Anfang,* das *Ende* oder den *Ausgang,* die *Thalsohle* und die *Thalwände.*

Der *Anfang* eines Thales ist in der Regel geschlossen. Er liegt bald in grösserer, bald in kleinerer Entfernung vom Gipfel der Berge, vom Kamm oder Stock eines Gebirges, da, wo Berge mit ihren Rücken oder Gipfeln zusammen stossen, oder wo Aeste und Zweige von einem Gebirgsstamme ausgehen. Breite und Tiefe der Thäler sind an ihrem Anfange im Allgemeinen unbedeutend; ja sie haben hier mehrentheils die Gestalt eines blossen Einschnittes, dem man nach Maasgabe seiner Dimensionen, den Namen einer *Rinne* oder *Klinge*, einer *Schlucht,* eines *Dobels* oder eines *Grundes* beilegt. Ganz offene Thäler sind sehr selten.

Die *Thalsohle*, worunter man den Grund oder die unterste Fläche eines Thales versteht, steigt in der Regel von seinem Ausgange bis zum Anfange fortwährend an. Dieses Ansteigen ist indessen beinahe niemals gleichförmig, sondern gewöhnlich gegen den Anfang des Thales hin, woselbst auch die Thalverzweigungen mehrentheils vielfältiger sind, weit stärker und nicht

selten steigt die Thalsohle in Absätzen an. Mitunter ist das Ansteigen am Ursprunge eines Thales so steil, dass man sich durch dasselbe nur mit Mühe und kletternd bis zur Höhe hinauf arbeitet, und zuweilen macht ein beinahe senkrechtes Ansteigen der Thalsohle jedes Weiterdringen unmöglich. Erweitert sich in diesem Falle die Thalsohle am Ursprung des Thales, was indessen ganz ungewöhnlich ist, da diese sich fast durchgehends vom Ausgange gegen den Anfang hin verschmälert, so erhält letzterer das Ansehen eines Beckens oder Kessels, und wenn die Dimensionen der Sohle ziemlich gleich sind, die den Raum einschliessenden Felsen hoch und in Absätzen emporsteigen, so hat das Ganze die Gestalt eines Circus oder Amphitheaters. Drei Seiten sind dann von steilen Felsenmauern umschlossen; durch die vierte offene Seite setzt das Thal nach abwärts fort.

Nach H. v. Charpentier haben mehrere Thäler in den Pyrenäen eine solche ungewöhnliche Beschaffenheit an ihrem Anfange. Der schönste und höchste Circus in diesem Gebirge befindet sich am Anfange des Thales von Barèges, und wird von den Gebirgsbewohnern *oule de Gavarnie* genannt. Oule bezeichnet in ihrer Sprache einen Topf oder Kessel. Grösser als der Circus des Barèges-Thales, aber bei weitem nicht so tief, ist der Circus im Thale von Héas. Kleinere befinden sich am Anfange der Thäler von Osonne und Treimbareille, Seitenthäler des Barègethales; sodann am Ursprunge der Thäler von Betmalle und Uret, welche sich in das Thal von Castillon ausmünden. Der grösste bekannte Circus dürfte wohl derjenige sein, welcher das Thal von Anzasca, am Fusse des Monte Rosa, schliesst, und der, nach v. Saussure, beinahe vollkommen zirkelrund ist, über zwei Meilen im Durchmesser hat, und von verticalen, über 2000 Meter hohen Felsenwänden eingeschlossen wird. Auch im Schwarzwalde treffen wir, am Anfange eines der grössten Thäler dieses Gebirges, einen tiefen Kessel. Das Wutachthal, welches von der Ostseite des Feldberges ausläuft, entspringt in dem kleinen, von steilen, 500 Fuss hohen Felsen eingeschlossenen Kessel, in welchem ein kleiner See, der Feldsee, liegt.

Die tiefste Linie der Thalsohle bildet gemeiniglich eine Rinne, in welcher Wasser fliesst, und die man den *Thalweg*, und im Schwarzwalde auch häufig die *Wasserseige* heisst.

Im Allgemeinen besteht die Thalsohle im oberen, dem Thalanfang näher gelegenen Theile, aus festem Gestein, welches sich öfters in einzelnen kleineren und grösseren Massen über die Sohle erhebt, und dieselbe uneben, höckericht, felsigt macht. Die unteren Theile der Thalsohle sind mehr geebnet, und gegen den Ausgang des Thales verlieren sich häufig alle Unebenheiten derselben. Sie wird hier gemeiniglich durch Schuttmassen, zuweilen durch unermessliche Ablagerungen von gerollten Steinen gebildet.

Neben der erwähnten allgemeinen Neigung vom Anfange des Thales gegen das Ende desselben, hat die Thalsohle in der Regel noch eine zweite öfters wechselnde Neigung nach der einen oder anderen Seite. In jedem Querdurchschnitte eines Thales bildet ferner die Sohle desselben eine Curve, deren Convexität in der Regel nach abwärts gekehrt ist.

Die *Thalwände*, worunter man diejenigen Seiten der Berge versteht, zwischen welchen ein Thal liegt, haben den grössten Einfluss auf die Beschaffenheit desselben, und verdienen daher eine ausführliche Betrachtung.

Die Höhe der Thalwände bestimmt die Tiefe des Thales, und steht mit dieser in geradem Verhältnisse. Sie ist im Hochgebirge nicht selten sehr beträchtlich, und im Allgemeinen am grössten im mittleren Theile des Thales. Gegen den Ausgang, so wie gegen den Anfang desselben, vermindert sie sich. Doch gibt es hievon viele Ausnahmen, und wir haben schon oben gesehen, das Thäler mit einer Circusbildung an ihrem Anfange, gleich hier von ungewöhnlich hohen Thalwänden eingeschlossen sein können, welche thalabwärts zu keiner grösseren Höhe ansteigen. Gleich hoch sind die Thalwände fast nie, und es herrscht auch hierin die grösste Verschiedenheit. Die Neigung der Thalwände ist so mannigfaltig, wie die Neigung der Bergseiten überhaupt, und es gilt daher von diesen dasselbe, was auseinander gesetzt worden ist, wie von der Neigung der Seiten der Berge die Rede war, mit dem Unterschiede, dass die Neigung der Thalwände nicht selten unten, da, wo sie die Thalsohle berühren, weit stärker ist, als oben, wo hingegen die Neigung der Seiten einzelner Berge am Fusse dieser beinahe durchgehends geringer ist. Nach E. de Beaumont's Beobachtungen sind die Thäler in überwiegender Mehrzahl gegen den Himmel unter Winkeln von 108 bis 173 Grad geöffnet,

was einem Gefälle der Thalwände von 36 bis 3 Grad entspricht. Man wird kaum ein Thal antreffen, bei welchem die Thalwände eine gleiche Neigung haben, wenigstens nicht in grösserer Erstreckung, wenn es auch stellenweise der Fall sein sollte. Selten hat indessen eine Thalwand vom Anfang des Thals bis zu seinem Ausgange dieselbe stärkere Neigung. Es wechselt in dieser Beziehung gewöhnlich ab, und man sieht die Thalwände sich bald auf der einen, bald auf der andern Seite stärker gegen die Thalsohle senken.

In der Regel neigt sich die Thalsohle selbst gegen die steilere Thalwand, und es folgt daher auch der Thalweg dem steileren Gehänge; ja er durchbricht häufig die Sohle, um sich von einer Seite auf die andere zu werfen, wenn ein Wechsel der Neigung der Thalwände Statt findet.

Ein Parallelismus der Thalwände ist eine in der Natur selten vorkommende Erscheinung, obwohl eine ganz gewöhnliche in Lehrbüchern und ungenauen Charten. Nur bei Längenthälern ist die Richtung der Thalwände zuweilen einer parallelen ähnlich. Abwechselndes Zusammentreten und Auseinanderlaufen der Thalwände, verbunden mit einer im Allgemeinen Statt findenden Divergenz gegen das Ende des Thales, ist dagegen etwas ganz Gewöhnliches, und verursacht die sich mehrfach wiederholenden Verengerungen und Erweiterungen, die jedes Thal in seinem Laufe zeigt. *Thalengen* und *Thalbecken* folgen bei den mehrsten Thälern vom Anfange bis zum Ende derselben ununterbrochen auf einander, bald mehr, bald weniger bestimmt ausgesprochen.

An den Stellen, wo die beckenförmigen Erweiterungen liegen, sind die Thalwände meistens sanft gegen die Sohle geneigt; da aber, wo durch das Zusammentreten der das Thal einschliesenden Berge, Thalengen gebildet werden, sind die Thalwände steil und manchmal senkrecht. Im oberen Theile der Thäler liegen die erwähnten Becken manchmal beträchtlich eines über dem andern, die Sohle steigt schnell von einem zum anderen hinauf, mitunter in Absätzen, die durch Felsen gebildet werden, welche wie Dämme oder Riegel quer durch das Thal laufen, und die Becken sondern. Nicht immer aber liegen diese Thalbecken im festen Gestein. In vielen Thälern sind sie, namentlich im unteren Theile derselben, von Sand und Geröllen eingefasst, welche auf die festen Massen abgelagert sind.

In den Thalengen ist die Sohle öfters bis zum Thalweg zusammengezogen, was aber auch immer dann der Fall ist, wenn die Thalwände unmittelbar zusammenlaufen.

Viele Thäler erweitern sich insbesondere da zu Becken, wo Seitenthäler in dieselben ausmünden, und gar oft steht die Grösse des Beckens im Verhältniss zur Zahl und Grösse der Seitenthäler, welche an einem Puncte zusammentreffen. Die grössten Becken liegen gemeiniglich im unteren Theile der Thäler, weil sich in diesem auch die grössten Seitenthäler ausmünden. So ist es im Rheinthal, im Donauthal, im Rhonethal u. s. w.

Eine interessante Erscheinung ist die Correspondenz der aus- und einspringenden Winkel der Thalwände, welche sich bei manchen Thälern beobachten lässt. Man hat ihr aber eine viel zu grosse Allgemeinheit gegeben, und die Sache so hingestellt, als wenn dieselbe bei jedem Thale zu sehen wäre. In der That ist die Correspondenz der aus- und einspringenden Winkel aber nur vorhanden bei engen Thälern, und namentlich bei den Querthälern, welche nicht nach der Richtung der Gebirgsketten fortlaufen, sondern dieselbe unter einem Winkel durchschneiden. An weiten Thälern und an den Längenthälern, sie mögen nun innerhalb eines Gebirgs oder zwischen zwei Gebirgen liegen, sucht man gemeiniglich diese entsprechende Gestaltung der Thalwände, welche beinahe alle Lehrbücher als etwas Charakteristisches angeben, vergeblich, wie die alltäglichste Beobachtung in jeder hohen Gebirgskette, wie im Jura oder in den Alpen, zur Genüge lehrt.

Die Biegungen der Thalwände sind insbesondere bei Querthälern zahlreich. Die Längenthäler haben weit weniger Biegungen und viel sanftere.

Der *Ausgang* eines Thales ist in der Regel der breiteste Theil desselben, und die Thalwände sind hier gewöhnlich niedriger. Doch gibt es auch hievon viele Ausnahmen. Befindet sich zum Beispiel in der Nähe des Thalausganges eine beckenförmige Erweiterung, so ist der Ausgang selbst häufig verengt, und die Thalwände haben eine bedeutende Höhe, und einen steilen Abfall.

Ganz geschlossene Thäler sieht man seltener, als solche, die am Anfang geschlossen, am Ausgang dagegen offen sind. Doch findet man fast in jeder hohen Gebirgskette, wie in den nahen Alpen und im Jura, grosse Thäler, und zwar Längenthäler, die

an beiden Enden geschlossen sind, und nur eine enge Oeffnung an einer Seite des Thales haben, durch welche die Wasser abfliessen.

Die *Verbindung* der Thäler untereinander geschieht auf eine sehr einfache Weise. Die Seitenthäler münden sich nämlich in der Regel nach der Richtung des Hauptthales, in dasselbe aus, und zwar unter einem spitzen Winkel. Längenthäler sind mit einander durch enge, und häufig Gebirgsspalten ähnliche, Querthäler verbunden, welche mit wenigen Ausnahmen ziemlich senkrecht gegen die Längenthaler gesetzt sind. Dadurch werden *Thalkreuze* gebildet, an welchen sehr oft beckenförmige Erweiterungen Statt finden. Man sieht auch hin und wieder Längenthäler in Querthäler auslaufen, wobei sie, die Hauptrichtung des Gebirges plötzlich verlassend, dasselbe zuweilen so durchschneiden, dass die nunmehr angenommene Richtung mit der früheren einen spitzen Winkel macht.

Es ist schon bemerkt worden, das im tiefsten Theile eines Thales gewöhnlich *Wasser* fliesst. Wir wollen nun das Vorkommen von Wasser in den Thälern etwas genauer betrachten.

Die wässerigen Meteore, Regen, Nebel, Thau, Reif, Schnee und Eis liefern das Wasser, welches sich durch das zerklüftete Gestein in die Erde senkt, wo Thon- und Lettenlager, oder geschlossenes Gebirge sein tieferes Niedergehen unmöglich machen, ansammelt, Seitenklüften folgt, oder durch den Druck darauf lastender Wassersäulen gehoben wird und als Quelle zu Tage fliesst. Diese lauft nun im Gebirge offen weiter, oder sammelt sich in einem Becken, bildet einen See, ein Moor oder Sumpf, aus welchem sie wieder hervortritt. So geht das Wasser jedes einzelnen Thales aus einer springenden, offen fortrieselnden Quelle hervor, oder es fliesst aus einem See, aus einem Moore oder Sumpfe heraus. Bald verstärken mehrere Quellen das kleine Bergwasser, es wird ein Bächlein, oder ein *Bach* gebildet. Dieser nimmt wieder andere Bäche auf, welche aus Seitenthälern zufliessen, wird grösser und grösser, und allmahlig zum *Flusse*. Auch dieser vergrössert sich wieder, indem er Bäche und kleinere Flüsse aufnimmt, und ergiesst sich endlich ins Meer. Zur Bezeichnung grosser Flüsse bedienen wir uns auch des Dichterwortes *Strom*. An den Quellen beginnt die Fallthätigkeit der Gewässer, und an dem

Ende ihres Rinnsals erlischt sie; denn hier erfolgt, am Meeresspiegel, die Wiederherstellung des verlorenen Gleichgewichts.

Die Gegend, welche die Quellen eines Baches, Flusses, oder Stromes enthält, ist als die Wiege desselben zu betrachten. Unnachahmlich schön sagt unser Hebel von der Quelle der Wiese im Schwarzwalde:

„Im verschwiegenen Schoos der Felse heimli gibohre,
Vo de Wulke gsäugt, mit Duft und himmlischem Rege,
Schlofsch e Bütscheli-Chind in di'm verborgene Stübli
Heimli, wohlverwahrt."

Den Weg, welchen die fliessenden Wasser in einem Rinnsaal von ihrem Ursprung an bis zum Meer durchlaufen, heisst man *Stromlauf;* den ganzen Landstrich, aus dem die Gewässer einem Strome zugehen, *Stromgebiet;* die Gegend, aus welcher die Gewässer eines Flusses kommen, *Flussgebiet;* und die Gegend, in welcher ihre Quellen liegen, *Quellenbezirk.*

Die Richtung, welcher die Wasser im Gebirge folgen, ist meistens durch die Richtung der Thäler bestimmt. Seltener verdankt das Thal seine Richtung der Hauptrichtung des Wassers. In diesem Fall ist diese selbst theils durch die gegenseitige Richtung der Wasserzuflüsse, verbunden mit dem gegenseitigen Verhältniss ihrer Wassermassen und ihres Falles, theils durch die Beschaffenheit der Gebirgsmassen, welche sie auf ihrem Laufe durchschneiden, bedingt. Es stellt sich in den Richtungen der Flüsse öfters das Gesetz vom Parallelogramm der Kräfte dar; jedoch ist die Flussrichtung niemals das reine Produkt des Zusammenstossens von Wassermassen unter gewissen Winkeln und mit gewissen Kräften. Die widerstrebende Kraft der Masse des Bettes, die Seitenneigung der Thalsohle, bewirkt die kleineren Abweichungen von der allgemeinen Richtung. In tiefen Querthälern laufen die Wasser bald im eckigen Zickzack, bald in gerader Richtung, je nachdem das Thal im Zickzacke lauft oder gerade ist. Heraus getreten aus der engen Spalte, werden die Biegungen zu sanften Wellenlinien, wenn der Rinnsal in lockerem Boden fortläuft.

Man erleichtert sich die Betrachtung des Flusslaufes und überhaupt jedes Wasserlaufes, wenn man ihn abtheilt, und so wollen wir den Flusslauf in den oberen, mittleren und unteren Lauf abtheilen, denn jeder dieser hat seine besonderen Verhältnisse.

Im oberen Laufe haben die Wasser, vermöge der starken Neigung der Thalsohle, einen starken Fall, ja sie stürzen im Hochgebirge eigentlich mehr, als dass sie strömen, weil die Sohle hier häufig beträchtliche Absätze hat. Daher die eigenthümlichen Namen der *Wildbäche*, *Giessbäche*, *Waldströme* u. s. w. Im Schwarzwalde trägt eine grosse Anzahl solcher fortstürzender Bäche den Namen der *Ach*, und wir finden hier eine Nordrach, Gutach, Wutach, Urach, Schollach u. s. w. Ein sehr grosser und plötzlicher Fall der Bäche und Flüsse heisst ein *Wasserfall*. Die Wasserfälle gehören unstreitig zu den schönsten Schauspielen, welche uns die Natur im Gebirge darbietet, und fehlen wohl in keinem grösseren Gebirge. Man trifft sie vorzüglich im oberen Laufe der Bäche und Flüsse, aber sie haben hier gewöhnlich keine grosse Wassermasse, weil im hohen Gebirge keine grossen Flüsse vorkommen. Unter den Bächen des Schwarzwaldes bilden die *Wiese* am Todtnauer Berg, die *Gutach* bei Triberg, die *Lierbach* in der Schlucht von Allerheiligen, und einige andere, schöne Wasserfälle. Im grossen Zuge der Alpen sieht man in den Hochgebirgsthälern Hunderte von Wasserfällen. Ergreifend ist der Wasserfall des Staubbachs bei Lauterbrunnen im Kanton Bern. Er stürzt sich hier über die Wand des Pletschberges 800 Fuss herab. In den feinsten Staub aufgelöst, schwebt er als eine leichte, blendend weisse, ewig wechselnde Gestalt in den Lüften, fesselt den Blick und erhebt das Gemüth des erstaunten Beobachters. Die Bewohner der Pyrenäen nennen die Giessbäche *Gaves*. Sie sollen, nach Pasumot, in diesem Gebirge auf jeden Fuss Länge einen Zoll Gefälle haben.

Der mittlere Lauf der Flüsse hat im Allgemeinen ein weit geringeres Gefälle, namentlich bei Flüssen, welche von mittleren Höhen herabkommen. So hat der Neckar, nach H. Bohnenberger, von seiner Quelle bei Schwenningen auf dem Schwarzwalde bis Heilbronn, auf 50 Stunden Lauf, nur 32 Fuss Gefälle auf jede jede Stunde Wegs, oder auf 32 Fuss Lauf noch nicht einen Zoll Fall. Das Gefälle nimmt indessen gegen den Ausfluss nicht immer ab. Das Gefälle der Donau von Donaueschingen bis Ingolstadt beträgt 1108 pariser Fuss; von Ingolstadt bis Regensburg 110 Fuss, von Regensburg bis Niederaltach 150 Fuss, von Niederaltach bis Wien 476 Fuss, von Wien bis Ofen 77 Fuss. Der mittlere Lauf der Flüsse hat selbst zuweilen Stromschnellen, d. i. einen stellenweise starken, nach und nach grösser

werdenden Fall. Dieser wird durch eine Verengerung des Thales bewirkt, in welchem der Fluss oder Strom seinen Lauf hat. Eine berühmte Stromschnelle hat der Amazonenfluss, beim Punto de Manseriche, da, wo er die letzte Reihe der Andes durchbricht. Ehe dieser Fluss an den genannten Pass gelangt, hat er eine Breite von ungefähr 1500 Fuss, dann drängt er sich plötzlich zwischen zwei parallel laufenden Felsenwänden durch, und behält an einer Stelle nur eine Breite von 150 Fuss. Die Geschwindigkeit ist hier so stark, dass das Wasser sich hinab zu stürzen scheint, ungeachtet kein Wasserfall vorhanden ist. De la Condamine's Fahrzeug durchlief in dieser Stromschnelle mehrere Toisen in einer Secunde. Aber nicht nur Stromschnellen kommen im mittleren Laufe der Flüsse vor, wir treffen in demselben sogar Wasserfälle, ja die grössten derselben liegen in seinem Gebiete, der Wasserfall des Niagara in Nordamerika und der Wasserfall des Bogota in Südamerika. Der Hauptfall des Niagara, im nördlichen Arme des Flusses, ist 1800 englische Fuss breit und 142 Fuss hoch, und der Fall im südlichen Arme 1100 Fuss breit und 163 Fuss hoch. Weld, der sich dem Wasserbogen dieses Falles, von der Hinterseite, bis auf 18 Fuss genährt hat, sagt: „Keine Worte vermögen das Erhabene dieser Scene, von diesem Standpunct aus gesehen, zu schildern.“ Der schiffbare Bogota, von den alten Amerikanern Funza genannt, stürzt sich in der Nachbarschaft von Santa Fe in die tiefen Abgründe von Tequendama, und bildet hier den furchtbaren, über alle Beschreibung erhabenen Wasserfall. „Man denke sich“, sagt Zea, „die Tiber bei Rom stürze sich von einem steilen Felsen herab, der die Kuppe des Vaticans dreimal übertrifft, und man hat einen Begriff von diesem Wasserfalle. Drei Bänke, von ziemlich regelmässiger Figur, treten aus dem Felsen, wie Stufen hervor. Die Wassermasse fällt von einer zur anderen, in einen fürchterlichen Abgrund, der sich am Fusse der dritten Bank gebildet, und stürzt so wirbelnd und pfeilschnell $264\frac{5}{6}$ spanische Varas in senkrechter Höhe hinab.“ Nach H. Gilbert's Berechnung beträgt die Höhe des Falles von seinem Anfange bis auf die erste Bank $30\frac{1}{2}$ pariser Fuss, von der ersten Bank bis zur zweiten $237\frac{1}{2}$ Fuss, und von der zweiten zur dritten 545 Fuss.

Das Flussbett, die Rinne, in welcher das Wasser fliesst, ist in diesem Theile des Flusslaufes schon weit breiter, und die

tiefste Linie in derselben, der Thalweg, liegt nicht in der Mitte, sondern zieht bald auf der einen, bald auf der andern Seite, am steileren Abfalle der Thalwände hin. Der Fluss macht jetzt viele Krümmungen, und hat einen Schlangenlauf, welcher als die Charakterform des mittleren Flusslaufes angesehen werden kann. Inseln oder Auen liegen zerstreut zwischen seinen Krümmungen. Grössere und kleinere Thalbecken, die er durchfliesst, zeigen das Ansehen trocken gelegter Seeboden. Davon gibt das Rheinthal zwischen Basel und Mainz ein auffallendes Beispiel. Strudel, Stromschnellen, Untiefen, durch Zusammenschnürungen oder durch Felsen hervorgebracht, welche das Flussbett durchsetzen, liegen zwischen diesen Thalbecken, und sind für den Mittellauf der Flüsse eben so charakteristisch, als die zahlreichen Krümmungen derselben. Wir sehen sie am Mittel-Rhein bei Bingen, bei Sanct Goar und unterhalb Andernach.

Der untere Lauf der Flüsse hat in der Regel ein schwaches Gefälle. Beim Amazonenfluss beträgt es, nach Condamine, auf 200 Seemeilen landeinwärts, nur $10^1/_2$ Fuss, somit auf 1000 Fuss kaum 2 Linien. Die Breite ist noch beträchtlicher, variirt aber bedeutend, wegen der jährlichen Anschwellungen, welche zur Zeit des Regens oder des Shchneeschmelzens im Bezirke der Quellen und der oberen Zuflüsse, im unteren Flusslaufe eintreten. Der Missisippi hat, nach Dunbar, bei niedrigem Wasserstande zu Natchez kaum eine Breite von $^1/_2$ Stunde; bei hohem Wasserstande beträgt sie aber 6 geographische Meilen. Dupons berichtet, dass der Orinoko bei St. Thomas nur $^3/_4$ Meilen breit ist, zur Zeit der Anschwellung aber eine Breite von beiläufig 15 geographischen Meilen hat. Jeder Fluss ist um diese Zeit mit Schlamm erfüllt, indem er die Ufer angreift und was er losgerissen mit sich fortführt. In der Nähe des Ausflusses bewirkt der Widerstand des Meeres, namentlich zur Zeit der Fluth, die Ablagerung jenes Schlammes, der unter dem Wasserspiegel Erhöhungen in der Flussrinne bildet, zu Barren und Riegeln anwächst, und endlich sich über die Masse des Wassers erhebt. Jetzt offenbart sich die Bifluenz, die Gabeltheilung des Flusses, durch welche er sich ins Gleichgewicht zu setzen sucht. Laufen die beiden Flussarme getrennt bis zum Meere fort, so wird der zwischen ihnen liegende Landstrich das *Delta* genannt. Die Griechen nannten den Landstrich zwischen dem Ausflusse des Nils das *Delta*, wegen der Aehnlichkeit seiner

Gestalt mit der Gestalt des griechischen Buchstabens Δ, und diesen Namen hat man nachher zur Bezeichnung zwischen Ausflüssen gelegener Landstriche beibehalten. Bei 14 der grössten Flüsse der Erde hat man solche Delta's beobachtet. Wir sehen sie am Ausflusse des Rheins, der Donau, des Ganges, des Indus, des Buramputers u. s. w.

Mehrentheils sind mehr als zwei Arme vorhanden, doch entstehen diese immer erst durch fortgesetzte Gabeltheilung.

Wir haben schon oben die beckenförmigen Erweiterungen, die Basins, angeführt, welche viele Thäler einschliessen. Eine grosse Anzahl derselben ist mit stehendem Wasser angefüllt, und stellt somit *Seen* dar. Diese mit Wasser angefüllten Becken liegen theils am Fusse des Gebirges, theils in bedeutender Höhe, und manchmal am Anfang der Thäler, dem Gebirgskamme nahe. Oefters liegen sie auch auf der Höhe der Pässe, wie die Seen auf dem *Bernina*, oder auf Absätzen enger, stark abgestufter Thäler im Hochgebirge, wie z. B. in den Appenzeller Alpen der *Fehler*-, der *Emtesser*- und der *Seealp-See.* Die Seen auf dem kleinen und grossen Bernhard, und auf dem Mont-Cenis in den Alpen, die Seen auf dem Hochgebirge der Pyrenäen, liegen sämmtlich stark über das Meer erhaben. Auch auf dem Schwarzwalde liegen mehrere Seen in ansehnlicher Höhe. Der *Titi-See* liegt 2600 pariser Fuss, der *Wilde See* und der *Schluchsee* 2800 Fuss, der *Mummelsee* 3180, und der *Feldsee* 3400 Fuss über dem Meere. Alle diese Seen sind klein, erhalten ihre Wasser durch Quellen, welche öfters in der Tiefe des Beckens hervor dringen und desshalb nicht sichtbar sind, oder durch andere kleine Zuflüsse, und haben einen Abfluss. So fliesst der Feldsee und Titi-See zur Gutach, der Wilde See durch die Schönmünzach zur Murg, und der Schluchsee durch die Schwarzach in die Schlucht ab. Wir wollen diese kleinen, gewöhnlich am Anfange, oder im oberen Theile von Querthälern gelegenen Seen, *Gebirgs-Seen* nennen. Verschieden von ihnen sind die Seen, welche wir am Fusse des Gebirges, am Ausgange grosser Querthäler, oder in grossen Längenthälern finden. Sie besitzen eine ansehnliche Ausdehnung, sind mehr in die Länge gezogen, und haben in der Regel einen deutlichen Zufluss und Abfluss. Mehrere Bäche führen das Wasser dem Becken zu, und durch einen Fluss wird das Uebermaas wiederum abgeführt. Wir wollen diese Seen *Thal-Seen* nennen. Eine

solche Lage haben im Jura der *Neuenburger* und der *Bienner See;* am Ausgange von Alpenthälern liegen der *Bodensee,* der *Genfersee,* der *Lago Maggiore, Lago di Como, Lago di Garda* u. s. w.; im Aarthal liegen der *Brienzer-* und der *Thuner-See,* im Reussthale der *Luzerner See* u. s. w. Die zwei grössten Seen dieser Art sind, in Europa, der *Bodensee* und der *Genfersee.*

Der *Bodensee* liegt in dem grossen Becken des Rheinthales, welches am nördlichen Fusse der Alpen, an der Grenze von Deutschland und der Schweiz, hinzieht. Seine Höhe über dem Meere wird zu 1200 pariser Fuss angegeben. Sein Flächeninhalt beträgt, mit Inbegriff des durch den Rhein mit ihm verbundenen Unter- oder Zeller Sees, 9½ Quadratmeile. Die grösste Länge desselben, von Bregenz bis zum Einflusse der Stockach bei Ludwigshafen (Sernatingen), beträgt 18 Stunden; die grösste Breite, zwischen Rorschach und Friedrichshafen, 5 Stunden. Er hat durchaus eine ansehnliche Tiefe, welche im Allgemeinen in der Nähe des rechten Ufers am grössten ist. Nahe bei Meersburg hat er 573 Fuss, zwischen Constanz und Friedrichshafen, beiläufig ¾ Stunden vom Ufer bei Kirchberg, 768 Fuss; zwischen Romanshorn und Friedrichshafen, dem letzteren Orte näher, 890 Fuss, und zwischen Arbon und Friedrichshafen, ziemlich in der Mitte, 964 Fuss Tiefe. Man kann ihn als eine Ansammlung der Wasser des *Rheins* betrachten, welcher, aus Graubündten kommend, unfern Rheineck sich in das grosse Becken ergiesst. Ueberdiess fliessen die *Bregenzer Ach*, die *Argen,* die *Schussen,* die *Stockach* in dasselbe, und endlich die *Ach,* welche im Högau bei dem Städtchen gleichen Namens entspringt, und so kräftig aus weissen Jurakalk-Felsen hervorquillt, dass sie wenige Schritte von ihrem Ursprunge schon Mühlen treibt. Dazu treten noch die Wasser zahlreicher kleiner Bäche.

Bei *Constanz* fliesst der Rhein mit smaragdgrüner Farbe aus dem Obersee ab. Bei *Gottlieben* tritt er in ein zweites kleineres Becken, in das Becken des *Unter-* oder *Zeller Sees*, welches er bei *Stein* wieder verlässt.

Der *Genfersee,* gleichfalls am Fusse der nördlichen Alpen, nach Coraboeuf 1158 Fuss über dem Meere, liegt in dem grossen Thale, welches zwischen den Alpen und dem Jura hinlauft. Seine grösste Länge, an dem Bogen auf der schweizerischen Seite, beträgt 15 Stunden; seine grösste Breite,

zwischen Thonon und Rolle, 3¾ Stunden. Zwischen Nion und Genf, woselbst er sich sehr verengert, hat er 300 bis 400 Fuss Tiefe, zwei Stunden von Evian 600 Fuss, und in der Gegend von La Maillerie über 950 Fuss Tiefe. Zwischen Villeneuve und St. Gingolphe fällt die *Rhone* in den See. Bei Genf fliesst sie mit dunkelgrüner Farbe wieder heraus, und nimmt, nahe bei der Stadt, die gelben Wasser der Arve auf. Ausser der Rhone ergiessen sich noch mehr als vierzig grössere und kleinere Bäche in den See.

Die Gebirge Amerika's schliessen eine grosse Anzahl von Seen ein. Vor allen zeichnet sich das in einem hohen Längenthale der Andes von Peru gelegene Becken des Sees von *Titicaca* aus, indem es, wie uns die HH. Pentland und v. Humboldt gelehrt haben, das höchste und das grösste auf der Erde ist. Zwischen dem 14. und 17. Grad südlicher Breite ist die grosse Andeskette in zwei parallele Rücken, oder, wie die Creolen in Peru sagen, Cordilleras getheilt. Zwischen diesen beiden Cordilleras liegt ein sehr ausgedehntes Hochgebirgsthal, dessen Erhebung im Mittel 11.820 pariser Fuss beträgt. Durch den südlichen Theil fliesst der Desaguadero, während den nördlichen das Becken des Sees von Titicaca einnimmt. Dieses besitzt einen Flächenraum von 3500 Quadratlieues, und ist also dreimal grösser als die Schweiz, während die beiden nächstfolgenden Becken, nämlich das des oberen Maragnon und das des Rio Jauja, nur 2400 und 1300 Quadratlieues messen. Es ist von allen auch das einzige, welches ganz geschlossen ist. Der See von Titicaca, welchen es einschliesst, und welcher nur in der Verdunstung einen Abfluss findet, bedeckt eine Fläche von 448 Quadratlieues, und ist somit zwanzigmal grösser, als der Genfer See. An den Ufern dieses berühmten Sees, und auf seinen Inseln, haben die Civilisation der Peruaner und das Reich der Incas ihren Ursprung genommen.

Es ist öfters der Fall, dass zwei oder mehrere Seen, unmittelbar oder durch einen Bach oder Fluss, mit einander verbunden sind. Wir sehen dieses im Schwarzwald beim Feldsee und Titisee, sodann beim Bodensee, dessen zwei Theile, der Obersee und der Untersee, durch den Rhein mit einander in Verbindung stehen; beim Thunersee und Brienzersee, welche durch die Aar mit einander verbunden sind. Besonders verdient aber der Zusammenhang der *Canadischen Seen* bemerkt zu werden, welche zwischen

dem 42. und 49. Grad nördlicher Breite, gegen die östliche Küste von Nordamerika hin, gelegen sind. Der Superior-See steht mit dem südlicher gelegenen Huron-See durch die Enge und die kleinen Fälle von St. Marie in Verbindung, und dieser durch die Strasse von Mischillimakinak mit dem Mischigan-See. Aus der Südspitze des Huron-Sees ergiessen sich die vereinigten Gewässer des Superior- und des Mischigan-Sees, durch den Huron-Fluss in den kleinen runden See Santa Clara. Aus diesem läuft gegen Süden ein ruhiger langsamer Fluss ab, unterhalb des Sees „Detroit" oder „die Enge" genannt, der die Wassermasse in den Erie-See führt. Aus der Nordostspitze dieses Sees geht ein Fluss in gerader Richtung nach Norden, und bildet, etwa viertehalb Meilen nordwärts von dem Orte, wo er aus dem See hervor tritt, den berühmten Wasserfall des Niagara, worauf er sich in das Becken des Ontario-Sees ergiesst. Der Ontario empfängt noch an der Südostseite durch den Osvega-Fluss die Gewässer des kleinen Onandago-Sees, und ergiesst sich dann, an seiner nordöstlichen Spitze, in den Fluss Iroquwis, welcher bei der Stadt Montreal den Namen des St. Lorenzo-Flusses annimmt. Dieser nimmt auf seinem nordöstlichen Laufe, längs der Provinz Canada, noch die Gewässer verschiedener kleiner Seen auf, die theils innerhalb der Grenzen der Vereinigten Staaten, theils nordwärts, an der Grenze von Labrador und dem Gebiete der Hudsons-Compagnie liegen.

Von den Richtungen der Gebirge.

Man hat sich in früherer Zeit bemüht, eine Generalrichtung ausfindig zu machen, nach welcher die Gebirge der Erde geordnet sind, und die Einen wollten diese in einer Richtung von Süd nach Nord, die Anderen in einer Richtung von Ost nach West gefunden haben. Die Wahrheit ist indessen, dass die Gebirge sehr verschiedene Richtungen besitzen, dass die Natur bei ihrer Bildung weder die Meridiane noch den Aequator zur Richtschnur der Haupterstreckung genommen hat. In Europa sind, nach L. v. Buchs genialer Andeutung bereits *zwölf verschiedene Gebirgs-Richtungen* unterschieden worden; jeder derselben gehören einige Gebirge an, die somit immer eine unter sich parallele Richtung haben. Wir sind gewohnt, sie mit dem Namen der *Gebirgssysteme* zu bezeichnen. Nach den grossartigen An-

Lith. 435

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE

zum Gebrauche

BEI SEINEN VORLESUNGEN

und zum

SELBSTSTUDIUM

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden

entworfen von

Dr. Friedr. Aug. Walchner,

Grossherzoglichem Bergrathe, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Mit Steindrucktafeln und Holzschnitten.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Zweite Lieferung (mit ~~40~~ 23 Holzschnitten).

Karlsruhe,

Druck und Verlag von Christian Theodor Groos.

1847.

sichten von Elie de Beaumont, ist jedem Systeme ein bestimmtes relatives Alter angewiesen und sind Gebirge von gleichem geognostischem Alter, auch von einer und derselben Richtung. Wir kennen Gebirge, welche die Richtung während ihres Laufes verändern, wie z. B. die Alpen, und solche, welche diess mehrmals thun, wie die scandinavischen Gebirge. Wir sehen benachbarte Gebirge bald eine parallele, bald eine sehr verschiedene Richtung befolgen, wie z. B. die Vogesen und der *Schwarzwald;* der *Jura* und diese Gebirge.

Von der Ausdehnung der Gebirge.

In Hinsicht der Ausdehnung zeigen die Gebirge eine grosse Verschiedenheit. Die Kettengebirge erreichen im Allgemeinen die grösste Ausdehnung in Länge und Breite, und ziehen mitunter ununterbrochen durch halbe Welttheile fort, wie die Ketten des *Himalaya* und der *Andes.* Die Massengebirge, und noch mehr die Kegelgebirge, haben in der Regel eine geringe Ausdehnung. Man unterscheidet nach der Ausdehnung in die Länge *Hauptgebirge*, deren Erstreckung über 30 geographische Meilen beträgt *(Alpen, Pyrenäen); Mittelgebirge*, bei welchen sie 10 bis 30 Meilen ausmacht *(Schwarzwald, Vogesen);* und *kleine Gebirge*, bei denen sie unter 10 Meilen beträgt *(Odenwald, Spessart).*

Mehrere Gebirge zeigen das Eigenthümliche, dass sie in ihrer Längenausdehnung plötzlich unterbrochen sind. Der Jura ist bei Schaffhausen vom Rhein durchbrochen, der sich durch die Spalte den Weg bahnte. Ein sehr auffallendes Beispiel davon gibt uns das Alpengebirge. Die primitive Centralkette ist nach H. v. Buch in dem östlichen Theile der Schweiz dreimal unterbrochen. Einmal bei dem Uebergange nach dem Berninagebirge von der Maire im Bregelthale; dann vom Inn, unter der kleinen Bergreihe der Casanna bei Zernez, endlich wieder vom Inn, bei Martinsbrück und Finstermünz.

Das Gebirge der westlichen Ghats in Vorderindien, welches von der Südküste der Halbinsel, vom Cap Comorin, in der Nähe der Westküste nach Norden heraufzieht, wird zwischen 10°, 40′ und 11° nördlicher Breite, plötzlich durch eine Ebene unterbrochen. Den Schiffern an der Küste von Malabar wird diese Unterbrechung durch die heftigen Winde

bemerklich, welche aus derselben hervorbrechen. Am häufigsten sind Unterbrechungen bei solchen Gebirgen, welche Vulcane enthalten.

Verhalten der Gebirge gegen einander.

Die Gebirge der Erdoberfläche stehen in einer gegenseitigen Beziehung zu einander, in einer mittelbaren oder unmittelbaren Verbindung unter einander, und einzelne, vollkommen oder absolut isolirte Gebirge gibt es kaum. Selbst die Pyrenäen, welche man gemeinhin für ein isolirtes Gebirge anzusehen geneigt ist, stehen, nach H. v. Charpentier, nach mehren Seiten mit anderen Gebirgen in Verbindung. Gegen Osten hängen sie durch die Montagne noire und die Sevennen mit den Alpen zusammen; von dem Westende läuft ein Gebirgszug ab, welcher durch das ganze nördliche Spanien hinzieht, und sich mit dem vielfach verzweigten Gebirge Galiciens vereiniget. Aber nicht *alle* Gebirge stehen unter sich im Zusammenhange; denn es gibt einige Gebirge, die zwar unter sich in Verbindung stehen, dagegen von anderen völlig getrennt sind, wie die Chats von Himalaya, die brasilianischen Gebirge von den Andes u. s. w. Meere, Ebenen, Zwischenthäler, trennen die Gebirge von einander.

Ganz unrichtig und namentlich in geognostischer Beziehung verwerflich, ist die in einzelnen Lehrbüchern der Geographie und Geognosie vorgetragene Ansicht, nach welcher die verschiedenen Gebirge der Erdoberfläche als Glieder *eines* grossen Gebirgskörpers behandelt werden, der zufolge die kleineren Gebirge geradezu Fortsetzungen der grösseren sein müssen, und nach welcher denn der Jura ein Zweig der Alpen, die primitive Kette des Schwarzwaldes eine Fortsetzung des kalkigen Juras, das granitische Cap Corte auf Corsica eine Fortsetzung des weit vorspringenden Genuesischen Cap delle Malle ist, das aus schwarzem Kalkstein besteht. So wird das Widersprechendste vereiniget, und man bekümmert sich gar nicht darum, ob die Richtung und die innere Beschaffenheit der verschiedenen Gebirge, die man als Glieder eines Körpers zu betrachten beliebt, auch dieselben übereinstimmenden sind; ob Harmonie der Glieder vorhanden ist oder nicht.

Es stehen allerdings nicht selten zwei oder mehrere Cebirge unmittelbar mit einander in Verbindung, wie z. B. die Alpen

mit dem Jura und dieser mit dem Schwarzwalde; oder es ist der Zusammenhang zwischen denselben durch Berge, Hügel oder Höhenzüge hergestellt, wie der Zusammenhang der Vogesen mit dem Jura, der Pyrenäen mit den Alpen u. s. w. Aber ihre Zusammensetzung, ihr Bau, ihre Richtung zeigen deutlich an, dass sie nicht Glieder *eines* Ganzen sein können, sondern, dass sie verschiedenen Ganzen, verschiedenen Systemen angehören, deren Bedeutung und Eigenthümlichkeit später auseinander gesetzt werden wird. Elie de Beaumont hat es ausser allem Zweifel gesetzt, dass die Gebirge nicht zu gleicher Zeit, sondern in Perioden nach einander entstanden sind, und dass sogar bei einer und derselben Gebirgskette, wie z. B. bei den Alpen, früher und später entstandene Theile unterschieden werden müssen. Bei Beachtung dieser Verhältnisse wird man sicherlich das Verhalten der Gebirge gegen einander besser kennen lernen, als beim Festhalten an der alten und ganz unrichtigen Vorstellung von einem, alle Gebirge in sich vereinigenden Gebirgskörper.

Massenverhältnisse der Gebirge.

So gross uns auch die Massen mächtiger, hoher Gebirgsketten erscheinen, so finden wir sie doch bei einer richtigen numerischen Schätzung ihres Volums, im Vergleich mit dem Areal ganzer Länder, wahrhaft gering. Sind von einem Gebirge die mittlere Höhe des Rückens und der Flächeninhalt der Basis, die es bedeckt, durch genaue Messungen bekannt, so können wir einen solchen Vergleich anstellen. Nach solchen Messungen würde die Masse der Pyrenäen, über den Flächenraum von Frankreich gleichförmig aufgelegt, dieses Land nur um 108 Fuss erhöhen. Die Massen der östlichen und westlichen Alpen würden auf eine gleiche Weise die Höhe des Flachlandes von Europa nur um 20 Fuss vermehren. (Al. v. Humboldt, Kosmos.)

In einer merkwürdigen Abhandlung *„über die mittlere Höhe der Continente“* zeigte Al. v. Humboldt (in Asie centrale T. 1. p. 82–90 und 165–189), dass die Höhe des *Schwerpunkts des Volums* der Continentalmassen in Europa und Nordamerika 630 und 702, in Asien und Südamerika 1062 und 1080 Fuss beträgt. Hieraus ersieht man die Niedrigkeit der nördlichen Regionen: gegenüber den grossen Steppen des Flachlandes von Sibirien erheben sich die ungeheuren Gebirge des asiatischen Bodens, zwischen 28½°

bis 40° n. Br., zwischen dem Himalaya, dem nordtübetischen Kuen-lün und dem Himmelsgebirge.

Einfluss der Gebirge auf die Gestalt des Landes.

Der Anblick jeder guten Charte überzeugt uns auf das Vollkommenste, dass die Gestalt des Landes durchaus von den Gebirgen abhängt, und eine auch nur oberflächliche Darstellung genügt schon zur Nachweisung, dass das feste Land, wie die Inseln, durch die Gebirgsketten bestimmt ist. Sie sind es, welche das Gezimmer der Erde, die Grenzscheiden der Klimate, die Wasservertheiler bilden und unendlichen Einfluss auf den Verkehr der Völker und die Fortschritte der Cultur ausüben. Betrachten wir einige Länder in dieser Beziehung näher: Von den Seealpen laufen die Gebirgszüge südlich hinab durch ganz Italien, sie theilen sich unten, bilden die drei Spitzen, in welche die Halbinsel ausläuft, und bedingen so Ausdehnung und Gestalt des merkwürdigen Landes. Sicilien wird durch die Fortsetzung derselben constituirt. Afrika hat Gestalt und Grenzen durch Gebirgsketten, welche in der Nähe des Meeres hinlaufen. Im Norden und Westen der Atlas, an der Küste von Guinea eine Gebirgskette, welche sich von West nach Ost zieht, und den grossen Busen bildet; im Süden die Kette, welche mit dem Vorgebirge der guten Hoffnung endiget, und im Osten die Gebirge von Habesch und Mosambike. Amerika hat Länge und Richtung von seinem Hauptgebirge, welches vom hohen Norden südlich, mit geringer Abweichung nach Osten, bis zum Feuerlande hinunterläuft. In der nördlichen Hälfte dieses Welttheiles zieht sich eine andere Gebirgskette an der östlichen Küste, von Nord-Ost nach Süd-West, und dadurch wird dessen dreieckige Form bestimmt. In der südlichen Hälfte läuft abermal eine Kette, das brasilianische Gebirge, von Nord-Ost nach Süd-West, gegen die Kette der Anden, wodurch wiederum eine dreieckige Gestalt hervorgebracht wird. Vorderindien wird durch eine lange Gebirgskette, die westlichen Ghats, gebildet, und erhält gleichfalls dadurch eine dreieckige Gestalt, dass die Kette der östlichen Ghats und der Circars in einer schiefen Richtung auf die erste Kette zuläuft. Beinahe alle grossen Inseln werden durch eine Bergkette gebildet, welche sie der Länge nach durchzieht; bei schmalen Inseln ist sie allein vorhanden; breite haben noch

eine oder mehrere Ketten, welche in schiefer Richtung auf die Hauptketten fallen. Bei mehreren Inseln ist das Innere ganz mit Bergen erfüllt, wie in Borneo, und viele bestehen so zu sagen aus einem einzigen Berge, wie Otahiti.

Vergleichende Darstellung der Alpen, der Pyrenäen und des Scandinavischen Gebirges.

Wir haben im Vorhergehenden die wichtigsten äussen Verhältnisse der Berge, Gebirge und Thäler auseinander gesetzt. Das Vorgetragene wird uns vollkommen klar vor das Auge treten, wenn wir nun an irgend einem bekannten Gebirge alle diese Verhältnisse durchgehen, und sonder Zweifel noch an Interesse gewinnen, wenn wir einige der grösseren, genauer untersuchten Gebirge, in Hinsicht ihrer äusseren Verhältnisse mit einander vergleichen.

Die *Alpen*, die *Pyrenäen* und das *Scandinavische Gebirge* sind die grössten und ausgedehntesten Gebirge des europäischen Continents. Sie sind vielfältig untersucht, und daher zu einer solchen Vergleichung vorzugsweise geeignet. H. Schouw in Koppenhagen hat eine vortreffliche, vergleichende Darstellung der genannten Gebirge bekannt gemacht, aus welcher wir das Wichtigste für unseren Zweck im Auszuge hier mittheilen:

Naturgrenzen. Die natürlichen Grenzen der Alpen sind: gegen Osten die ungarische Ebene; im Süden das adriatische Meer, die lombardisch-venetianische Ebene (das Pothal) und das mittelländische Meer; gegen Westen die Rhone; gegen Norden der Genfer- und Neufchâteler-See, die Aar, der Rhein von der Aar bis zum Bodensee und die Donau.

Die Grenzen der Pyrenäen bildet im Osten das mittelländische, im Westen das atlantische Meer; im Norden liegt eine niedrige, meist ebene Strecke, von den Flüssen Adour, Garonne, Aude und Jeta durchströmt; im Süden das Ebrogebiet. Nur im Südwesten hängt diese Gebirgsmasse mit derjenigen zusammen, welche im nördlichen Spanien den Küsten des biscaischen Meeres folgt, und mit denjenigen Gebirgen, die eine südliche Richtung haben.

Die grosse Gebirgsmasse der scandinavischen Halbinsel (Norwegen und Schweden) wird vom Eismeer, der Nordsee und dem Bothnischen Meere; im Süden durch eine Reihe grosser Landseen (Wennern, Wettern, Hiälmaren, Mälarn); und im Nordosten durch den Isthmus zwischen dem bothnischen Meerbusen, dem Eismeere und dem weissen Meere begrenzt.

Geographische Länge und Breite. Die Alpen liegen zwischen $43^1/_2$ und 48^0 nördlicher Breite, die Pyrenäen zwischen $42^1/_2$ und

43½°, und das scandinavische Gebirge zwischen 58 und 71°. Die Entfernung vom Pole ist also bei den Alpen und Pyrenäen wenig verschieden, jedoch grösser bei der letzteren Gebirgsmasse. Das scandinavische Gebirge liegt dem Pole viel näher, und mehr als der dritte Theil desselben liegt innerhalb des Polarkreises. Die Alpen schliessen 4½ Breitegrade ein, die Pyrenäen einen Breitegrad, und das scandinavische Gebirge 13.

In Hinsicht der geographischen Länge liegen die Alpen zwischen 22½ und 35°. die Pyrenäen zwischen 16 und 21°, und die Gebirge Scandinaviens zwischen 22½ und 48° östlich von Ferro.

Lage. Die Alpen sind vom Ocean weit entfernt. Im Westen, Norden und Osten liegen mehrere kleinere Gebirgsmassen und grosse Ebenen; im Süden die apenninische Halbinsel, mit Ausnahme der südwestlichen Grenze und einer östlichen Ecke, wo eingeschlossene Meere die Alpen unmittelbar bespülen. Beide Enden der Pyrenäen werden vom Meere berührt; im Westen vom grossen atlantischen, im Osten von einer Bucht des mittelländischen Meeres; gegen Norden und Süden liegen Ebenen oder mehr und weniger gebirgige Landstrecken. Das scandinavische Gebirge hat im Norden und Westen das grosse Meer; im Süden zunächst eine nicht unbedeutende Bucht desselben, dann die grosse europäische Ebene; gegen Osten zuerst eine enge Meeresbucht (die bothnische), dann ein ebenes oder mit niedrigen Bergen versehenes Land.

Ausdehnung. Die Länge der Alpen kann zu 150 Meilen angenommen werden; die Breite nimmt gegen Westen von 40 bis zu 20 Meilen ab. Die Ausdehnung der Pyrenäen ist geringer; sie haben 55 Meilen in der Länge, 12 bis 15 Meilen in der Breite. Die Länge des scandinavischen Gebirges beträgt 240 Meilen, die Breite im südlichen Theile 40, im nördlichen 50 bis 60 Meilen. Die Alpen dehnen sich gegen Osten aus, die Pyrenäen etwas in der Mitte, das scandinavische Gebirge gegen Norden. Das Verhältniss der Breite zur Länge ist in den Alpen wie 1:5, in den Pyrenäen wie 1:4, und in dem scandinavischen Gebirge wie 1:6.

Richtung. Die Richtung der Alpen ist von Ost-Nord-Ost nach West-Süd-West, mit Ausnahme des westlichen Theiles, wo sie fast Nord nach Süd ist (die grajischen, cottischen und die Meeralpen).

Die Pyrenäen laufen von Ost-Süd-Ost nach West-Nord-West.

Das scandinavische Gebirge verändert mehrmals seine Richtung. Vom Varangerfiord nach Lofoden (die nördlichen lappländischen Gebirge, zwischen 71-68½°) ist sie Nord-Ost—Süd-West; zwischen Lofoden und Sulitelma (die südlichen lappländischen Gebirge 68½-67°); und zwischen Sulitelma und Sylfield (Kjölen 67-63°) Nord-Nord-Ost—Süd-Süd-West: zwischen Sylfield und Lässöevaerk Vand (Dovre 63-62°) Ost-Nord-Ost—West-Süd-West; endlich von diesem See bis zu der Südgrenze (Langfield, Sognefield, Hardangerfield, Jöglefield, Byklefield 62-58°) wieder von Nord-Nord-Ost—Süd-Süd-West.

Die Alpen und Pyrenäen, obgleich nicht parallel laufend, folgen doch mehr der Richtung des Aequators, während die Hauptrichtung des scandinavischen Gebirges sich mehr dem der Meridiane nähert.

Höhe. Die Mittelhöhe der Alpen ist, wenn man, die Voralpen übergehend, nur das Innere des Gebirges berücksichtiget:

	Mittelhöhe.	Höchste Puncte.	Pässe.
Zwischen der Südgrenze und Monte-Viso (Meer-Alpen)	5—7000′	7-12000′	3—6000′
Zwischen Monte-Viso und Mont-Blanc (cottische und grajische Alpen) . .	7-10000′	11-13000′	6—7000′
Zwischen Mont-Blanc und Monte-Rosa (penninische Alpen)	10-12000′	11-15000′	8-10000′
Zwischen Monte-Rosa und Brenner (lepontinische Alpen und ein Theil der rhätischen)	8-10000′	10-12000′	6—9000′
Zwischen Brenner und Glockner (rhätische Alpen	5—8000′	8-12000′	4—5000′
Zwischen Glockner und der Ostgrenze (norische, carnische u. julische Alpen)	3—6000′	5-10000′	3—5000′

Die Alpenmasse hat also, nicht weit von der südwestlichen Grenze, schon eine bedeutende Mittelhöhe; diese (so wie die höchsten Puncte) steigt allmählig, bis sie in den penninischen Alpen das Maximum erreicht; von dem Gebirge des Monte-Rosa, wo dieser Theil der Alpen endigt, nimmt sie nach und nach ab. Der höchste Theil der Alpen liegt der südwestlichen Grenze viel näher, als der nordöstlichen. Die östlichen breiteren Alpen sind daher niedriger, die westlicheren schmäleren höher. Die Mittelhöhen, die höchsten und niedrigsten Puncte steigen und senken sich ziemlich parallel; die Pässe liegen immer da, wo zwei Querthäler aneinander stossen.

Der nördliche Arm, der unter dem Namen „Berner Oberland“ bekannt ist, und das Walliser Thal von der nördlichen Schweiz trennt, erreicht gleichfalls eine bedeutende Höhe; die höchsten Spitzen, Finsteraarhorn und die Jungfrau, steigen bis 13000′ empor. Ein anderer Arm zwischen Vorder-Rheinthal und Glaris hat ebenfalls eine beträchtliche Höhe: der Tödiberg erhebt sich 11000′ übers Meer. Siehe Taf. II.

Die Mittelhöhe der Pyrenäen steigt vom atlantischen Meere bis zum Pic du midi d'Ossau allmählig (die höchsten Puncte sind da 3-8000′ hoch); zwischen dieser Spitze aber und Tuc Mauberme (oder zwischen den höheren Ossau und Arran) liegen die Hochpyrenäen, deren Mittelhöhe 7800′ beträgt, während hier die höchsten Puncte 9 11000′ erreichen. Die Pässe sind nicht viel niedriger, als die Mittelhöhe selbst. Oestlicher, bis zum Col de la Perche, ist die Mittelhöhe 6-7000′, die grösste Höhe 9-10000. Von da an senkt sich die Gebirgsmasse zu 15-1800′; doch fällt sie hier gegen das Meer zu schroffer ab, als an dem entgegengesetzten westlichen Ende.

Beim scandinavischen Gebirge nimmt die mittlere Höhe im Allgemeinen von Süden gegen Norden ab, doch keineswegs ununterbrochen, denn von der südlichen Grenze bis zum Sognefield, wo die Gebirgsmasse die grösste Höhe erreicht (7600′), steigt das Gebirge wohl allmählig (mit Ausnahme von Filefield, wo eine Einsenkung vorhanden ist), aber bei Lassöevärk-Vand ist die Senkung sehr bedeutend; als Dovre steigt es wieder, erreicht aber nicht die Höhe von Sognefield; von Dovre bis Sulitelma ist es niedrig; hier ist eine neue Erhebung, und erst von da an senkt es sich allmählig gegen Norden.

Eine klare Ansicht dieser Verhältnisse erhält man durch folgende Zusammenstellung:

Gebirge des nördlichen Lapplands.	Mittelhöhe.	Höchste Puncte.
Zwischen Varangerfiord und Alten	1000-1500′	
Zwischen Alten und Torneatraesk	1500-2000′	3000-4000′
Gebirge des südlichen Lapplands.		
Zwischen Torneatraesk und Junkarensoupts .	2000-3000′	5000-5800′
Kjölen zwischen Junkarensoupts und Sylfield	1500-2000′	3000-4000′
Dovre	2500-3500′	5000-7000′
Langfield und Sognefield	4000-5000′	6000-7600′
Filefield	3500-4000′	5000-6000′
Hardangerfield	4000-5000′	5000-5200′
Vattendalsfield	3000-4000′	
Jögle- und Bykle-Field.	1500-3000′.	

Vergleichen wir die Mittelhöhen mit den höchsten Puncten, so finden wir sie nicht übereinstimmend. Sulitelma und die benachbarten Spitzen erheben sich 3000′ über die mittlere Höhe; aus Dovre steigt Schneehätten 4000′ empor; in Sognefield ist der Unterschied der höchsten Puncte von der Mittelhöhe nur 2-3000′, und in Hardangerfield verschwindet dieser Unterschied fast gänzlich.

Die Pässe weichen von der mittleren Höhe nur wenig ab; in der Regel muss man die Gebirgsmasse selbst passiren, oder die Einsenkungen sind doch wenigstens nicht bedeutend.

Vergleichen wir nun die drei Gebirge in orographischer Hinsicht mit einander, so finden wir:

1) Das Alpengebirge ist das höchste von denselben; die Pyrenäen sind höher, als die scandinavischen Gebirge. Die höchsten Spitzen der Alpen übertreffen die der Pyrenäen um 4000′, die der nordischen Gebirgsmasse um 7000′; der höchste Punct der letzteren erreicht nur die Hälfte der Höhe, zu welcher der höchste Punct der Alpen empor steigt. Aehnliches gilt von der mittleren Höhe; doch nähern sich in dieser Hinsicht die Pyrenäen den Alpen mehr. Die Pässe sind in den Pyrenäen fast eben so hoch, als in den Alpen.

2) Grösser wird der Unterschied der Höhe dieser Gebirgsmassen, wenn man sie nicht absolut, sondern im Verhältniss zur Ausdehnung betrachtet. Denn die scandinavische Gebirgsmasse, welche die

übrigen im Umfange übertrifft, ist die niedrigste; und die Pyrenäen, deren absolute Höhe weniger beträchtlich ist, als die der Alpen, sind im Verhältniss zur Ausdehnung höher. Das Verhältniss des höchsten Punctes und der Länge der Gebirgsmasse ist:

in den Pyrenäen	1 : 117,
in den Alpen	1 : 231,
in Scandinavien	1 : 721.

3) In den Alpen hat die Gebirgsmasse bei den Pässen bedeutendere Einsenkungen, als in den Pyrenäen und im scandinavischen Gebirge; im letzteren passirt man sehr oft über die Gebirgsmasse selbst. Daher ragen in den Alpen die höchsten Spitzen weit mehr über die Pässe hervor, als in den beiden anderen Gebirgen.

4) Das scandinavische Gebirge erreicht seine grösste Höhe im südlichen Theile. Die Alpen in dem westlichen; der höchste Theil der Pyrenäen liegt der Mitte näher, doch etwas mehr gegen die westliche Grenze zu.

Abfall der Gebirgsmasse. Es ist schwer, den Abfall einer grossen Gebirgsmasse im Allgemeinen zu bestimmen; er ist in den verschiedenen Theilen verschieden, und man bedarf daher vieler Durchschnitte, um die Mittelverhältnisse zu erhalten. In Scandinavien weichen jedoch die beiden Seiten der Gebirgsmasse so sehr unter sich ab, dass das Hauptverhältniss sehr in die Augen springt.

Die höchsten Punkte nähern sich alle dem Ocean, und die Gebirgsmasse fällt gegen das Meer, oder dessen tiefe enge Buchten, sehr schroff ab; die unzähligen Inseln an der Westküste heben sich fast alle zu einer bedeutenden Höhe; im nördlichen Theile übertreffen sie sogar die Gebirge des Festlandes. Gegen den bothnischen Meerbusen dagegen fällt die Gebirgsmasse sehr sanft ab, und im nördlichen Theile nähert sich der östliche Abfall einer Ebene. Die auf Taf. III gezeichneten Durchschnitte werden dieses Verhältniss erläutern.

Auch bei den Alpen ist der Abfall an beiden Seiten verschieden, er ist im Allgemeinen schroffer gegen Süden, sanfter gegen Norden, die Mehrzahl der höchsten Spitzen liegt auch Italien näher. Doch ist der Gegensatz der beiden Seiten geringer, als bei dem scandinavischen Gebirge. Die richtige Bestimmung dieser Verhältnisse wird indessen in den Alpen, durch die vielen grossen Längenthäler, sehr erschwert. Siehe Taf. III.

In den Pyrenäen ist der Gegensatz des nördlichen und südlichen Abfalls geringer als in den Alpen oder in Scandinavien; doch ist nach Ramond, Charpentier und anderen Beobachtern der südliche schroffer. Diess gilt wenigstens von dem höchsten Theile des Gebirges. Der auf Taf. III mitgetheilte Durchschnitt ist, wegen Mangel an Beobachtungen, namentlich aus dem spanischen Theile der Pyrenäen, etwas unvollständig.

Gebirgskamm. Es ist oben S. 138 schon bemerkt worden, dass die Abfälle der Gebirge selten unmittelbar zusammenlaufen, und

oben einen scharfen Gebirgskamm oder einen Graht bilden. Längenthäler unterbrechen gewöhnlich die Abfälle, Terrassen stufen sie ab, kleinere Gebirgsmassen und zerstreute Bergspitzen steigen auf den Gebirgsseiten empor, und geben dem oberen und mittleren Theile des Gebirges ein unregelmässiges Ansehen.

Die Pyrenäen, welche keine bedeutende Breite, und nur wenige und kleine Längenthäler haben, so wie auch wenige bedeutende Nebenzweige des Hauptgebirges, zeigen einen ziemlich zugeschärften Kamm, namentlich im höchsten Theile. Bei den Alpen ist der Kamm weit weniger ausgezeichnet; grosse Nebenmassen werden durch bedeutende Längenthäler von der Hauptmasse getrennt, und erheben sich oft zu derselben Höhe, als die Hauptmasse selbst (Berner Oberland), und der Abfall geht an mehreren Stellen in hügeliges Land und Ebenen über (die nördliche Schweiz und Baiern).

In dem scandinavischen Gebirge ist der Kamm breit, flach und eben. Die Reise über das Hardangerfield und Tellemarken nach Sonfiord geht in einer Länge von 12 bis 16 Meilen über die Gebirgsmasse selbst, während man in den Alpen in einigen Stunden von einem Querthal an der Nordseite in ein südliches Querthal kömmt. In Lappland sind mehrere Tage nöthig, um das Gebirge zu passiren. Doch hat der Kamm nicht überall eine solche Breite, gewöhnlich aber doch 8 bis 10 Meilen. Diese grossen Hochebenen auf dem Kamme des Gebirges sind für Scandinavien charakteristisch.

Thäler. Die Alpen haben viele und grosse Längenthäler, unter welchen Wallis, Innthal und Veltlin sich durch Grösse; Chamouny, Ursern und Oberinnthal (oberes Engadin) durch Höhe auszeichnen. Mit Ausnahme von Veltlin und dem Etschthale liegen sie alle an der Nordseite.

Querthäler haben die Alpen viele, an der West-, Nord- und Südseite. Die südlichen Querthäler sind regelmässiger, als die nördlichen.

In den Pyrenäen fehlen grosse Längenthäler. Von kleineren liegen einige auf ziemlicher Höhe, wie Essera und Héas. Dagegen sind viele und regelmässige Querthäler vorhanden.

Das scandinavische Gebirge hat auch in dieser Hinsicht etwas Eigenthümliches. An der Westseite sind nur wenige Thäler und von unbedeutender Ausdehnung, wenn man sie mit der Grösse des ganzen Gebirges vergleicht; tiefe und enge Föhrden treten gewissermaassen an die Stelle der Thäler. Doch sind einige grössere vorhanden, da, wo die Gebirgsmasse fast von West nach Ost laufend, sich vom Meere mehr entfernt. Die Richtung dieser westlichen Thäler ist grösstentheils so unregelmässig, dass man nicht leicht bestimmen kann, ob sie als Längenthäler oder Querthäler anzusehen sind.

An der Ostseite trifft man sehr grosse Querthäler, doch nicht in der ganzen Ausdehnung des Gebirges. In Lappland ist der Ab-

fall des Gebirges so sanft und einer Ebene so ähnlich, dass hier keine eigentlichen Thäler hervortreten.

Im Iemtethal scheint die Terrassenform vorzuherrschen, dann aber weiter gegen Süden treten grosse regelmässige Querthäler hervor. In Tellemarken tritt wieder die Terassenform ein. Am südlichen Ende ist das grosse Odderens Elv-Dal das einzige bedeutende Längenthal.

Die Richtung der Querthäler verändert sich mit der Richtung der Gebirgsmasse selbst; die Thäler, welche im Kjölengebirge ihren Ursprung haben, laufen von Nord-West nach Süd Ost, die, welche von Dovre entspringen, von Nord nach Süd. Die Thäler von Longfield aber, die von Sognefield, Filefield, Hardangerfield, wieder von Nord-West nach Süd-Ost.

Flüsse. In den Alpen entspringen vier grosse Flüsse: der Po, die Rhone, der Rhein und der Inn. Der Po hat seine Hauptquellen an der Ostseite der Seealpen und der cottischen Alpen, er nimmt viele kleinere, an der Südseite der Alpen entspringende Flüsse auf, und ergiesst sich in das adriatische Meer. Ausser dem Po entspringt die Etsch und einige kleinere Flüsse an der Südseite, und fallen gleichfalls in den adriatischen Meerbusen. Der Rhein, die Rhone und der Inn entspringen alle an der Nordseite der Alpen; der Rhein nimmt die Thur, Aar, Reuss und Limat auf, wendet sich gegen Norden, und fällt in die Nordsee; der Inn wendet sich gegen Osten, nimmt die Salza auf, und vereinigt sich bei Passau mit der Donau. Die Rhone wendet sich bald nach Westen, dann nach Süden, und fällt, nachdem sie die Gewässer der westlichen Abhänge aufgenommen hat, in das mittelländische Meer.

Alle Flüsse, welche an der Südseite der Pyrenäen entspringen, werden vom Ebro aufgenommen, der von Westen gegen Osten dem mittelländischen Meere zuläuft. Von den nördlichen Gewässern ergiessen sich die Téta, Aude und der Tech in das mittelländische Meer: die übrigen ergiessen sich in die Garonne und den Adour.

Im scandinavischen Gebirge ist der Unterschied der beiden Abfälle in Hinsicht der Gewässer höchst auffallend. Auf der Westseite sind die Flüsse, im Vergleich mit der Grösse der Gebirgsmasse, klein; auf der Ostseite dagegen treten sehr grosse Flüsse hervor, welche in die Nordsee fallen. An einigen Stellen wird die Wasserscheide unterbrochen.

Lässöevärk Vand schickt ihr Wasser sowohl gegen Westen als Osten; in Dovre, in der Nähe von Sneehätten, ist ein Bach, der zu beiden Seiten Arme aussendet; der Kalixelf steht mit dem Torneaelf in Verbindung, und Glommen hat, wenn er eine ungewöhnliche Höhe erreicht, einen Abfluss durch mehrere kleine Seen in den Wenner-See. Die Verflächung des oberen Theiles der Gebirgsmasse und des östlichen Abfalls erklärt diese Erscheinung.

Seen. Am Fusse der Alpen liegt eine Menge grosser Seen, namentlich am Ausgange der grossen Querthäler. Sie erscheinen sowohl an der Südseite als an der Nordseite und an der östlichen Grenze; im westlichen Theile aber, der beinahe von Norden nach Süden läuft, fehlen sie an beiden Seiten. Am südlichen Fusse liegen der Comer-, Garda- und Luganer-See, der Lago Maggiore, Lago d'Orta, d'Iseo und di Varese. Am nördlichen Fusse befinden sich der Genfer-, Neufchateler-, Thuner-, Brienzer-, Zuger-, Züricher-, Bieler- und Boden-See und der See von Bourguet und Annecy. Am östlichen Fusse liegen der Neusiedler- und der Platten-See. Gebirgsseen (Siehe S. 157) sind nur wenige vorhanden. Hierher gehören der Lac du Mont Cenis, der Sils-See, die Seen auf dem Bernina und im Säntisstock und der Selva Plana im oberen Engadin.

Am Fusse der Pyrenäen sind keine Seen. Im Gebirge selbst liegen die kleinen Seen von Loubassou, d'Albe, Mt Perdu, Séculéjo, der Turmaou und der Glacé-See.

Das scandinavische Gebirge hat viele, und zum Theil sehr grosse Gebirgsseen. Am östlichen Fusse der Gebirgsmasse liegen viele und bedeutende Landseen, von welchen wir nur den Moelaren, Hialmarn, Wettern und Wennern nennen wollen. An der Westseite kommen dergleichen Seen selten vor, und sie sind, mit den östlichen verglichen, klein. Unter die grösseren gehört Soelboesöe.

Die Unebenheiten der Erdoberfläche sind gleich im Anfange der Gebirgsmassenlehre (S. 108) als die Quelle organischer Entwickelung, als die Sicherung der Existenz lebender Wesen betrachtet worden. Es soll nun hier gezeigt werden, wie das *Klima* von diesen Unebenheiten, und die Vertheilung der *organischen Körper* von dem Klima abhängt.

Klimatische Verhältnisse der drei betrachteten Gebirge. Die jährliche Mittelwärme am südwestlichen Fusse der Alpen ist bedeutend, und übertrifft die anderer Gegenden mehr, als nach der niedrigeren Breite zu erwarten wäre. Der Unterschied der Winter- und Sommer-Temperatur ist gering, besonders in der Nähe des mittelländischen Meeres (Avignon 17°.67, Marseille 11°.77).

Am südlichen Fusse der Alpen, in der lombardisch-venetianischen Ebene, ist die Temperatur des Jahres geringer, und nimmt allmählig gegen Osten ab (Turin 857′, + 12°.42; Milano 420′, + 12°.93; Padua, + 11°.96). Der Winter ist für diese Breite streng, der Sommer bedeutend warm. Der Unterschied: Turin 20°.60; Milano 20°.59; Padua 20°.98. Die cottischen Alpen, die Seealpen und die Apenninen halten das Meeresklima dergestalt ab, dass das Klima dieser Ebene eher als continental zu betrachten ist.

Im Osten der Alpenmasse wird der Unterschied von Winter und Sommer noch grösser, und die jährliche Temperatur niedriger. Das Klima wird mehr continental (Ofen, M. T. + 10°.65. Der Unterschied 22°.05). Der Winter ist in Ofen härter, als in Kopenhagen (– 0°.40 C.).

Im Norden der Alpen ist natürlich die Mittelwärme geringer, als im Süden; doch ist der Unterschied nicht grösser, als nach der Breite und Höhe zu erwarten war (Wien 10°.76; Regensburg 8°.72; Carlsruhe 10°.32; Genf 9°.82).

Der Unterschied der Jahreszeiten nimmt gegen Osten zu, übersteigt jedoch nicht den, der in der lombardischen Ebene beobachtet wird. (Genf 15°.12; Carlsruhe 16°84; Regensburg 19°.17; Wien 22°.04.)

Mit der Höhe über dem Meere wird der Unterschied von Sommer und Winter geringer. (Wien 480′, 22°.04; München 1629′, 19°.38; Tegernsee 2263′, 17°.28; Peissenburg 3088′, 16°.11; St. Gotthard 6440′, 14°.70; St. Bernhard 7668′, 13°.20.) Nehmen wir nur auf die am Fusse der Alpen liegenden Orte Rücksicht, und vergleichen den wärmsten mit dem kältesten Orte (Avignon + 14°.70, und Regensburg + 8°.72), so wird die Temperatursphäre 6°.

Beim scandinavischen Gebirge ist die mittlere Temperatur des Jahres an der Westseite grösser, als an der Ostseite. Die Mittelwärme von Ullensvang und Bergen (+ 6°.69, + 6° 67) übersteigt die von Christiania, Upsala und Stockholm (+ 5°.39, 5°.57 und 5°.69) auf derselben Breite um einen Grad. In Hernösand, ein Grad südlicher, als Trondhiem, ist die Mittelwärme (+ 2°.27) 2 Grad niedriger, als das wahrscheinliche Medium der letzteren Stadt (+ 4°.29), und in Umea, welches kaum ½ Grad nördlicher liegt, ist die M. T. (+ 1°.96) 2½ Grad niedriger. Aus einer genauen Vergleichung ergiebt sich, dass die Mittelwärme an der Ostseite 2°.28 niedriger ist, als an der Westseite des Gebirges.

Der Unterschied vom Winter und Sommer ist an der Ostseite viel grösser. Er ist nämlich in Stockholm, Upsala und Christiania 19°.75, 19°.81, 19°.13; in Ullensvang dagegen nur 16°.65 und in Bergen 12°.42. In Hernösand 21°.02, in Umea 24°.52; in Trondhiem aber 19°.76; in Enontekis 29°.58; in Mageröe 11°.02. So ist durch die scandinavische Gebirgsmasse das Küsten- und Continental-Klima sehr scharf gesondert.

Die Mitteltemperatur an der Nordgrenze kann zu — 1°.1 bestimmt werden; an der Südgrenze zu + 7°.0. Der Spielraum der mittleren Wärme wäre demnach am Fusse des scandinavischen Gebirges 8°.1.

Am Fusse der Alpen haben wir sie = 6° gefunden. Nehmen wir aber zugleich auf die Höhe Rücksicht, so ist die Temperatursphäre in den Alpen viel grösser. Nach der mittleren Temperatur von Turin berechnet, ist die Mittelwärme auf der höchsten Spitze der Alpen — 14°.9; die Temperatursphäre würde demnach 29°.6 betragen. Die höchste Spitze in Scandinavien, Skagestöltind, hat wahrscheinlich eine Mittelwärme von — 9°.44; Sulitelma — 9°.96. In Scandinavien wäre die Sphäre daher nur 17°.0.

Die mittlere Wärme an der Südgrenze von dem scandinavischen

Gebirge findet man in den nördlichen Alpen, auf einer Höhe von ungefahr 2200′ (Tegernsee); die Mittelwärme an der Nordgrenze von Scandinavien, auf dem St. Gotthard. Bei gleicher mittlerer Wärme ist der Unterschied von Sommer und Winter viel grösser an der Ostseite des scandinavischen Gebirges (Upsala 19°.81; Tegernsee 17°.28; Enontekis 29°.58; St. Gotthard 14°.70). Auf der Westküste dagegen bringt die Nähe des Meeres dieselbe Wirkung hervor, als in den Alpen die niedrigere Breite und die grössere Höhe über dem Meere (Ullensvang 16°.65; Bergen 12°.42; Mageröe 11°.02).

In den Pyrenäen übertrifft, wenn man den mangelhaften Beobachtungen Glauben beimessen kann, die Mittelwärme am östlichen Ende des nördlichen Fusses, die, welche am südwestlichen Fusse der Alpen Statt findet, um einen Grad (Perpignan + 15°.48, Med. von Avignon und Marseille + 14°.54), obgleich der Unterschied der Breite kaum einen Grad beträgt. Der Unterschied von Sommer und Winter ist geringer, als in Avignon, grösser, als in Marseille. Am westlichen Ende des nördlichen Fusses ist die Mittelwärme viel niedriger, als nach der etwas höheren Breite zu erwarten wäre (Perpignan 15°.48; Dax 13°.66; Oleron 13°.18). Der Unterschied der Sommer- und Winterwärme ist in Dax gering (13°.64) und kleiner, als in Perpignan (16°.68). Die Mittelwärme von Mont-Louis (4890′ + 6°.54) entspricht ziemlich der von Tegernsee (2263′, + 6°.78). Da aber 5° der Breite nicht dieselbe Abnahme voraussetzen, als 2627′ der Höhe, so scheinen die hochgelegenen Orte der Pyrenäen verhältnissmässig wärmer zu sein. Setzen wir die Temperatur der höchsten Spitzen der Pyrenäen zu — 6°.41, und vergleichen wir sie mit der von Perpignan und Dax, so wird der Spielraum 20°.98.

Schneegrenze. In den Alpen erreicht die Schneegrenze, nach v. Welden in dem Gebirge des Monte Rosa 9500′, senkt sich aber von demselben nach Savoyen zu 8800′, nach den tyrolischen Alpen zu 8200′, in den salzburgischen und steiermärkischen Alpen zu 8000′. In Scandinavien erreicht die Schneegrenze am Filefield unter 61°, 5250′. Gegen Norden sinkt sie so herunter, dass sie an der Nordgrenze des Gebirges 3000′ niedriger wird, als an der Südgrenze, wo sie am Gousta bei 5200 beginnt. Sie senkt sich aber auch sehr bedeutend nach Westen. Nach Wahlenberg ist sie in Lappland unter 67° Breite 1000′ niedriger an der West-, als an der Ostseite. Dies rührt von der nebligen Luft und der geringeren Sommerwärme.

In den Pyrenäen ist die Schneegrenze an der Südseite bei 8600′ Höhe, an der Nordseite bei 7800′. Dass sie in den südlicheren Pyrenäen niedriger ist, als in den Alpen, rührt wahrscheinlich daher, dass die Alpen vom Meere weiter entfernt sind.

In den Alpen ist eine grössere Masse mit Schnee bedeckt, als in den Pyrenäen, und die Gipfel heben sich viel mehr über die Schneegrenze empor. Es sind daher in den Alpen auch viele und

grosse Gletscher*), welche öfters untereinander zusammenhängen, und mitunter bis in die angebauten Thäler heruntersteigen. In den Pyrenäen kommen nur wenige in dem höchsten Theile des Gebirges vor. Sie liegen einzeln am Abhange der höchsten Gipfel dieses Gebirges, und kommen niemals in die fruchtbare Region herab. Im scandinavischen Gebirge liegen grosse Schneemassen, von welchen gegen das Meer zu grosse Gletscher heruntersteigen. In den Alpen ist die untere Grenze der Gletscher bei 3000′; im südlichen Scandinavien bei 1000′; im nördlichen Lappland gehen die Gletscher bis zum Meere hinunter.

Vegetations-Verhältnisse. In allen drei Gebirgen liegt zwischen der Schneegrenze und der Baumgrenze die *Alpenregion*.

Es fehlen hier die Bäume, im oberen Theile auch die Sträuche. Mehrjährige Kräuter von niedrigem Wuchse, aber mit grossen, schön gefärbten Blumen, schmücken den Boden. Die Gattungen der Alpenpflanzen: Saxifraga, Primula, Gnaphalium, Carex, Ranunculus, Gentiana, Arbutus, Draba, Arenaria sind in den Alpen, Pyrenäen, wie in Scandinavien vorherrschend. Die Arten sind theils dieselben, theils verwandte. Es zeigen sich aber doch mehrere Verschiedenheiten. Die Alpenrosen (Rhododendra), welche in den Alpen und Pyrenäen so häufig sind, fehlen im scandinavischen Gebirge; die Zwergbirke (Betula nana) und kleine Weiden (Salices) vertreten ihre Stelle. Die trockenen, feingetheilten Flechten (Lichenes fructiculosi), die in Scandinavien grosse Strecken bedecken, kommen in den Alpen und den Pyrenäen viel seltener vor. Die Alpenkräuter steigen in den Alpen und den Pyrenäen höher über die Schneelinie, als in Scandinavien, und bedecken die hervorragenden, nackten Felsen. Mehrere Pflanzengattungen, welche in den beiden erstgenannten Gebirgen sehr häufig, und zum Theil in vielen Arten vorkommen, werden in Scandinavien entweder gänzlich vermisst, oder treten doch nur sparsam auf, wie Hieracium, Pedicularis, Phyteuma, Aretia.

Die obere Baumgrenze steigt in der nördlichen Schweiz nach Wahlenberg nicht über 5600′; nach Hegetschweiler ist sie in den Glarner Alpen nicht höher als 5000′; v. Buch bestimmt sie für Savoyen und Wallis zu 6400′. Nach von Welden erreicht sie an der Südseite des Rosagebirges 7000′; sinkt aber, wie die Schneelinie, von hier gegen Osten und Westen.

In den Pyrenäen steigen die Bäume nach Parrot bis zu 6500′ an der Nordseite, 6900′ an der Südseite.

Die Höhe der Baumgrenze in Scandinavien steigt im Süden des Gebirges, am Gousta, unter 60° der Breite, bis zu 3400′, in derselben Breite, auf der Westseite aber nur bis zu 2800′. Am Sulitelma (67° der Breite) fängt die Baumgrenze auf der Ostseite bei 2100′ an, auf der Westseite dagegen schon bei 1100′.

*) Im Canton Uri und mehreren anderen Theilen der inneren Schweiz gilt für Gletscher der Ausdruck *Firn*.

In Scandinavien bildet die Birke (Betula alba) die Baumgrenze; in den Alpen und Pyrenäen, mehrere Arten von Nadelhölzern. (Pinus Abies, P. Laryx, P. sylvestris, P. Cembra, in den Alpen; Pinus Abies, sylvestris und uncinata in den Pyrenäen.) Auf die Alpenregion und die subalpinische Region (die Birkenregion) folgt in Scandinavien die Region der *Nadelhölzer*, die bis zu den Ebenen und Küsten hinuntergeht. Sie wird von Pinus sylvestris und etwas niedriger, besonders an der Ostseite, zugleich von Pinus Abies gebildet. Die Grenze von Pinus sylvestris ist unter 70° Breite bei 700′, unter 68½° bei 1200′, unter 67° Breite, Ostseite, bei 1300′ und unter 62-63° bei 2600′.

Bei 70° der Breite erreicht die Grenze der Nadelhölzer das Meer; denn höher gegen Norden geht Pinus sylvestris nicht. In den Alpen und Pyrenäen folgt nach der subalpinischen Region (hier Region der Nadelhölzer) eine, in welcher die Buchen und Eichen vorherrschen, Bäume, welche in Scandinavien nur am südlichen Fusse, nicht in der Gebirgsmasse selbst vorkommen. Die obere Grenze der Buche ist in der nördlichen Schweiz nach Wahlenberg 4100′, an der Südseite 4600 bis 4800′; in den Pyrenäen nach Parrot 4900′.

Die Buchenregion steigt fast bis zum nördlichen Fuss der Alpen herab; an der Südseite dagegen folgt auf die Buchenregion die Region der Kastanien, die an der Nordseite nur unvollkommen hervortritt. Die obere Grenze des Kastanienbaums ist in den südlichen Alpen 2500, in den Pyrenäen 2800 Fuss.

In den nördlichen Alpen folgt auf die *unangebaute Region* (die Region der Alpenweiden und der Wälder) die der *Getreide-Arten*, deren obere Grenze Wahlenberg zu 3400′ bestimmt. Diese Region geht bis zur Basis hinunter; doch wird in dem untersten Theile derselben auch Wein gebaut. Am südlichen Abhange folgt auf die Region des Getreides eine breite Region, wo nicht nur Getreide, sondern auch *Wein* gebaut wird. Am Fusse selbst trifft man dort auch den Oelbaum, und, doch sehr sparsam, die Orangen an. Die obere Grenze des Getreides an der Südseite ist 4500′, die des Weinstocks 2500′.

In den Pyrenäen können wir auf beiden Seiten die *unangebaute Region*, die des *Getreides* und die des *Weinstocks* annehmen. Nach Parrot ist die obere Grenze des Getreides 4900′ an der Nordseite, 5200′ an der Südseite.

Im südlichen Theile von Scandinavien wird *Gerste* bis zu 2000′ gebaut; im südlichen Lappland (67°) bis zu 800′. In der Ebene steigt die Gerste bis zu 70° der Breite hinauf. Sie wird in Scandinavien an Orten gebaut, deren mittlere Wärme unter 0° ist. In den Alpen hört der Getreidebau schon bei einer mittleren Wärme von + 5° auf. Die Cultur des Getreides hängt daher mehr von der Sommertemperatur als von der Mitteltemperatur des Jahres ab. In den Alpen steigt das Getreide kaum über die Buchengrenze, und kommt in der Region der Nadelhölzer gar

nicht vor; in Scandinavien trifft man es 11° weiter gegen Norden, als die Buche, und in dem Gebirge erreicht es fast die obere Grenze der Nadelhölzer.

Die Hauptresultate dieser Vergleichung sind folgende:

1) Das scandinavische Gebirge umfasst 13 Breitengrade. Die Alpen 4½ und die Pyrenäen 1 Breitengrad.

2) Das scandinavische Gebirge ist dem Einflusse des Meeres viel mehr unterworfen, als die Pyrenäen und Alpen; letztere sind es am wenigsten.

3) Die Alpen übertreffen in Hinsicht der Ausdehnung die Pyrenäen; das scandinavische Gebirge aber beide.

4) Die Richtung der Alpen und Pyrenäen nähert sich der des Aequators; die Richtung des scandinavischen Gebirges mehr der der Meridiane.

5) An Höhe übertreffen die Alpen die beiden anderen Gebirgsmassen, die Pyrenäen das Gebirge Scandinaviens. Die höchsten Puncte sind in den Alpen 14-15000'; in den Pyrenäen 10-11000'; in Scandinavien 7-8000'; die Mittelhöhe in den höchsten Theilen der Alpen 10-12000'; der Pyrenäen 7-8000'; des scandinavischen Gebirges 4-5000'.

6) In den Alpen ist die Senkung der Gebirgsmasse bei den Pässen bedeutend; geringe in den Pyrenäen und in Scandinavien.

7) Die Neigung der beiden Seiten ist in dem scandinavischen Gebirge sehr verschieden; geringer ist dieser Gegensatz in den beiden anderen Gebirgsmassen. In den Alpen und Pyrenäen ist der südliche, im scandinavischen Gebirge der westliche Abhang schroffer.

8) In dem letztgenannten Gebirge ist der obere Theil einigermaassen eben. Die Pyrenäen haben einen deutlich ausgesprochenen, ziemlich scharfen Gebirgskamm. In den Alpen ist dies viel weniger der Fall.

9) Die Alpen haben viele und grosse Längenthäler, die Pyrenäen und das scandinavische Gebirge beinahe gar keine. Querthäler sind an beiden Seiten der Alpen und Pyrenäen vorhanden; das scandinavische Gebirge hat an der Ostseite sehr grosse Querthäler, an der Westseite nur kleine.

10) An der Ostseite dieses Gebirges treten grosse Flüsse auf, an der Westseite nur kleine. In den Alpen entspringen drei grosse Flüsse an der Nordseite, einer an der Südseite; in den Pyrenäen ein grosser an der Nordseite, mehrere kleine an der Südseite. In Scandinavien stehen bisweilen mehrere Flusssysteme untereinander in Verbindung.

11) Am südlichen, östlichen und nördlichen Fusse der Alpen und am östlichen der scandinavischen Gebirge liegen viele und grosse Landseen (Thalseen); am Fusse der Pyrenäen keine. Gebirgsseen giebt es in Scandinavien viele und grosse, wenige und kleine in den Alpen und Pyrenäen.

12) Die Ostseite des scandinavischen Gebirges hat Continental-

Klima, die Westseite Küsten-Klima. An dem südwestlichen Fusse der Alpen ist die jährliche Mittelwärme hoch, der Winter sehr milde; am südlichen und noch mehr am westlichen Fusse herrscht Continental-Klima; im Norden der Alpen nimmt der Unterschied der Sommer- und Winterwärme gegen Osten zu. Mit der Höhe wird dieser Unterschied geringer.

13) Die Temperatur-Sphäre ist, wenn man auf die Höhe keine Rücksicht nimmt, in Scandinavien gross, kleiner in den Alpen und am kleinsten in den Pyrenäen. Wird aber zugleich die Höhe berücksichtigt, so ist sie am grössten in den Alpen, und in den Pyrenäen grösser, als in Scandinavien.

14) Die Schneegrenze sinkt in Scandinavien gegen Norden von 5200′ zu 2200′ herab und zugleich gegen das Meer. In den nördlichen Alpen ist sie 8200′; in den östlichen 8000′; in den südlichen 8600′. In den nördlichen Pyrenäen ist sie in einer Höhe von 7800′ und in den südlichen bei 8600′. Die Alpen haben die grösste Schneemasse, die meisten Gletscher.

15) Die Alpen-Region bleibt sich in allen dreien ziemlich gleich. Die Baumgrenze sinkt in Scandinavien (von der Birke gebildet) gegen Norden von 7760-1500′ herab; in den Alpen (wo sie von Nadelhölzern gebildet wird) ist sie bei 5600′ in den nördlichen Gegenden; bei 6200′ in den südlichen; in den Pyrenäen (auch von Nadelhölzern gebildet) bei 6500′ und 6900′. In Scandinavien unterscheidet man die *Alpen-Region*, die *Region der Birken* und die der *Nadelhölzer*; in den Alpen und Pyrenäen die *Alpen-Region*, die *Region der Nadelhölzer*, die *Buchen-* und die *Kastanien-Region.*

16) Die Grenze des Getreides ist in Scandinavien (60°-61°) bei 2000′, und erreicht unterm 70° der Breite das Niveau des Meeres. In den nördlichen Alpen ist sie bei 3400′, in den südlichen bei 4500′; in den nördlichen Pyrenäen bei 4900′, in den südlichen bei 5200′. Die Grenze des Weinstocks ist in den südlichen Alpen 2500′.

Auf diese vergleichende Darstellung der orographischen Verhältnisse der drei grössten und höchsten Gebirge des europäischen Continents, wollen wir eine vergleichende Darstellung der orographischen Verhältnisse kleinerer, mittelhoher Gebirge folgen lassen, und dazu den *Schwarzwald* und die *Vogesen* wählen, welche das grosse, schöne Rheinthal einschliessen.

Vergleichende Darstellung des Schwarzwaldes und der Vogesen.

Grenzen. Der Schwarzwald wird im Süden durch den Rhein, im Westen durch das grosse Rheinthal, im Osten durch den Neckar und die Nagold, und im Norden durch das bergige Land

begrenzt, welches zwischen der Enz und dem Neckar liegt. Im Südosten hängt er mit dem schwäbischen Jura zusammen, der sich auf dem linken Ufer der Donau wieder von ihm trennt, und nun den Namen der schwäbischen Alb annimmt.

Die Vogesen werden im Süden durch die Hügel begrenzt, welche dieses Gebirge vom Jura scheiden. Im Osten bildet das Rheinthal die Grenze, im Westen das hügelige Land Lotharingens, und im Norden die Speierbach und die jenseits derselben nördlich sich ziehenden Berge der Hardt.

Geographische Breite und Länge. Der Schwarzwald liegt zwischen 47½° und 49° nördlicher Breite. Die Vogesen haben beinahe denselben Grad der Breite, indem sie zwischen 47°.40′ und 49°.10′ liegen. Beide sind vom Pole gleich weit entfernt. Was die geographische Länge betrifft, so liegt der Schwarzwald zwischen 25°.20′ und 26°.20′ östlich von Ferro; die Vogesen liegen zwischen 24°.10′ und 25°.10′.

Lage. Der Schwarzwald hat im Süden und Osten die Kette des Jura, welche in Schwaben sich zu einem Hochlande gestaltet, welches unter dem Namen der schwäbischeu Alb bekannt, kalt und unwirthbar ist. Im Westen liegt das grosse Rheinthal, im Norden die Berggegend zwischen der Enz und dem Neckar, und weiterhin das Gebirge des Odenwaldes und Spessarts. Der südliche Fuss des Schwarzwaldes wird unmittelbar vom Rhein bespült.

Die Vogesen haben im Süden den schweizerischen Jura, im Osten das Rheinthal, im Norden das Gebirge der Hardt und des Donnersberges, und im Westen das Plateau von Langres, und den Höhenzug, welcher von Epinal und Darnay gegen Toul, Nancy und Metz herabzieht.

Ausdehnung. Die Länge des Schwarzwaldes (von Säckingen bis Pforzheim) beträgt 20 Meilen; die Breite im südlichen Theile (von Müllheim bis Blomberg) 10 Meilen. Gegen Norden wird das Gebirge schmäler, so dass zwischen Freiburg und Donaueschingen die Breite nur 6½ Meile, zwischen Baden und Weil der Stadt nur noch 6 Meilen beträgt.

Die Länge der Vogesen (von Belfort bis Weissenburg) beträgt 22 Meilen. Die Breite ist auch bei diesem Gebirge im südlichen Theile am grössten, und beträgt von Colmar bis Luxeuil etwa 10 Meilen, weiter nördlich bei Framont, von Brumenil bis Malsheim, ungefähr 6 Meilen, zwischen Saverne und Pfalzburg kaum noch 4 Meilen. Das Verhältniss der Länge zur grössten Breite ist demzufolge bei beiden Gebirgen ziemlich gleich und wie 2 : 1.

Richtung. Beide Gebirge laufen von Südwest nach Nordost und unter sich ziemlich parallel. Sie bilden das System des *Rheins.*

Höhe. Die höchsten Puncte des Schwarzwaldes, von Süden nach Norden gerechnet, sind, nach den neuesten mir gefälligst mitgetheilten Bestimmungen des *Badischen topographischen Bu-*

reau's, wobei als Ausgangshöhe Strassburg, innerer Boden des Münsters = 448.7 par. Fuss, angenommen ist:

	Par. Fuss.
Feldberg (höchster Punct)	4601
Herzogenhorn	4362
Belchen	4357
Stübenwasen (bei Todtnauberg)	4273
Spiesshorn (bei Menzenschwand)	4158
Blössling	4037
Bärhalde	4064
Schnepfhalde (bei Menzenschwand)	3993
Hochrütti (bei Aeule)	3943
Schauinsland (Erzkasten)	3959
Hochkopf (bei Präg)	3895
Hohfaren (bei Oberried)	3884
Hundsrücken (zwischen Oberried und Kapplerthal)	3793
Kandel	3839
Kohlgarten (bei Marzell)	3789
Stockberg (bei Marzell)	3356
Windeck	3727
Rotheck	3698
Rohrkopf (bei Gersbach)	3606
Weisstannenhöhe (bei Heiligenbrunnen)	3670
Hochfürst (bei Neustadt)	3663
Rosseck (bei Obersimonswald)	3534
Ibichkopf (bei Haslachsimonswald)	3548
Martinscapelle (Wasserscheide zwischen Rhein u. Donau)	3460
Kapfenberg (bei St. Märgen)	3168
Steinberg (bei Waldau)	3517
Rohrhardsberg	3479
Gschasikopf (im Hochwald von Prechthal)	3189
Staatsberg (bei Furtwangen)	3269
Hohle Graben (bei Waldau)	3250
Otten (bei Breitenau)	3209
Kesselberg (bei Oberkirnach)	3159
Hohe Steig (bei Iach)	3122
Schundelhöhe (bei Hornberg)	2648
Rossberg (bei der Sommerau)	2971
Hörnleberg (bei Waldkirch)	2793
Munzenberg (bei Kandern)	2166
Farenkopf (bei Gutach)	2433
Staufenkopf (bei St. Roman)	2616
Schnallenkopf (bei Hornberg)	2464
Benzebene (zwischen Hornberg und St. Georgen)	2739
Windkopf (bei Ober-Reichenbach)	2851
Prangenkopf (bei Güntersthal unfern Freiburg)	2596
Lindenberg (bei Eschbach)	2501
Brombeerkopf (bei Oberglotterthal)	2684

	Par. Fuss.
Rosskopf (bei Freiburg)	2274
Südkopf	2687
Mooswald (bei Oppenau)	2704
Geissprung (bei Nordrach)	2547
Regelkopf (bei Oberharmersbach)	2732
Schnurhaspel (ebendaselbst)	2728
Grosser Hundskopf (bei Petersthal)	2931
Lettenstatter Höhe (bei Rippoltsau)	2981
Kniebis	2995
Rossbühl (am Kniebis)	2974
Braunberg (bei Petersthal)	2583
Rothe Schliff (bei Allerheiligen)	3250
Salzerköpfle (bei Schapbach)	2550
Brogen	2762
Steinfürst (bei Diersburg)	1853
Rauhkasten (bei Biberach)	1972
Hohe Horn (bei Ortenberg)	1765
Hünersettel (bei Schweighausen)	2297
Hoggenberg	2290
Hohe Geisberg	2241
Hohe Ried (bei Spitzenbach)	1930
Geroldseck	1618
Rebio (gegenüber Geroldseck)	1713
Rauhe Bühl (bei Streitberg)	1540
Langenhardt (bei Lahr)	1377
Melkereikopf (bei Ottenhöfen)	3261
Alter Steigerskopf	3369
Hornisgründe	3615
Grosser Hauerkopf	3041
Kleiner Hauerkopf	2893
Lange Gründe	3080
Ochsenkopf, vorderer	3021
Ochsenkopf, hinterer	3101
Nägeliskopf	3065
Langeck	2960
Bettelmannskopf	3163
Hochkopf	3204
Mehliskopf	3111
Hoher Ochsenkopf	3251
Badener Höhe	3092
Seekopf (bei Herrenwies)	3088
Streitmannsköpfle	3023
Eierkuchenberg	2803
Ruhberg	2682
Steinberg	2092
Kälbelskopf	2090
Buchkopf	1837

	Par. Fuss.
Omerskopf (über Achern)	2691
Yberg	1592
Iwerst	1818
Schartenberg	1607
Klotzberg	1572
Schramberg (bei Forbach)	2838
Hohloh	3018
Hornberg (bei Hohloh)	2809
Kaltenbrunnen	2800
Teufelsmühle	2755
Bluttekopf	2243
Fremersberg	1481
Mercurius	2068
Batterberg (Schlossberg bei Baden)	1740
Mittelberg	1654
Eichelberg (am Eingange ins Murgthal)	1644
Erlenberg (bei Büchenbronn)	1449
Stockfeld (bei Hohenwarth)	1663
Galgenberg (bei Neuhausen)	1642
Käferberg im Hagenschiess	1570
Rossberg (bei Dobel)	2726
Seegberg (bei Bernbach)	1726
Bahnwald (bei Völkersbach)	1461
Drei Buchen (bei Oeschelbronn)	1336
Entenberg (bei Ettlingen am Eingange ins Albthal)	1059
Wartberg (bei Pforzheim)	1159

Die *höchsten Städte* und *Dörfer* sind:

Breitnau (Boden der Kirche)	3140
Höchenschwand	3110
St Märgen	2793
Bonndorf (Rathhaus)	2608
Neustadt	2549
Vöhrenbach	2460
St. Blasien	2375

Die wichtigsten *Pässe* sind:

Pass über die Grinne vom Münsterthal ins Wiesenthal	3445
Pass über den Weissenbach vom hintern Wiesenthal ins Wehrathal	3327
Pass über die Halde vom Dreisam- ins Wiesenthal	3565
Pass über den Kilben vom Bregthal ins Elzthal	3275
Pass über die Wacht, vom Wiesenthal (Präg) ins Albthal (Bernau)	3004
Stühlipass, zwischen Sirnitz und Fischenberg	3200
Pass durch's Höllenthal ins Wutachthal	2709
Pass über den Ruhstein, vom Acherthal ins Murgthal	2832
Pass über die Sommerau vom Kinzigthal ins Donauthal	2700
Pass über den Kniebis	2995

Die Mittelhöhe des Schwarzwaldes ist:

	Mittelhöhe.	Höchste Puncte.	Pässe.
Zwischen der Südgrenze (Rhein) und der Dreisam	3900′	4000-4600′	2800-3400′
Zwischen der Dreisam und der Kinzig	3300′	3000-3800′	2700-3300′
Zwischen der Kinzig und der Murg	3000′	3200-3600′	2800′
Zwischen der Murg und der Enz	2600′	2400-2800′	

Die höchsten Puncte der *Vogesen*, von Süden nach Norden, sind:

Ballon de Giromagny (Ballon d'Alsace)	3870′
Ballon de Guebweiler	4400′
Haut du Thann	3060′
Les Chaumes, über Sairis	3980′
Bresoir bei Markirch	3790′
Climont	2961′
Champ du feu (Hochfeld)	3320′
Hoheneck	4259′
Kohlwasenfeld	3930′
Hohenackkopf	3051′
Solberg bei Münster	2555′
Münchberg bei Münster	2485′
Donon	3100′
Côte de Saverne	1230′
Schloss Lichtenberg	1280′
Liebfrauenberg	1540′
Pigeonier (Scherkolle) bei Weissenburg	1560′
Schloss Trifels bei Landau	1422′

Die wichtigsten Pässe sind:

Pass zwischen Bussang und Orbai	2232′
Pass von Giromagny über den Ballon d'Alsace	3606′
Pass oberhalb Markirch, zwischen Markirch und St. Dié	3398′
Pass von St. Croix bei Markirch, nach Lubine im Meurthe-Thal	2400′

Ueberdies sind noch viele Pässe vorhanden, welche von einem Querthal nach dem anderen führen.

Die Mittelhöhe der Vogesen ist im südlichen Theile derselben, von Belfort bis in die Gegend von Strasburg, ungefähr 3000′; im nördlichen, von Strasburg bis Anweiler, 1600′.

Im Schwarzwalde und in den Vogesen haben die höchsten Berge häufig eine parabolische Form, ihre Gipfel sind meist gerundet, kuppenförmig, daher im Schwarzwalde die Benennungen Kopf, Stock, *Belchen*, welch' letzterem Namen in den Vogesen der Ausdruck *Ballon* entspricht, womit, namentlich in diesem Gebirge, viele Berge von der angegebenen Form bezeichnet werden.

Die *Pässe* sind in beiden Gebirgen nicht tief eingeschnitten, führen zum Theil über die höchsten Punkte der Gebirgsmasse selbst, und namentlich im Schwarzwalde, über breite Hochebenen. (S. Taf. IV.)

Abfall der Gebirgsmasse. Der Schwarzwald fällt durchaus sehr

steil und schnell gegen Westen ab, ganz besonders in der Gegend von Badenweiler, Staufen, Freiburg, Waldkirch, und nördlich von der Kinzig, in der Gegend von Achern und Baden. Das Gebirge fällt an diesen Stellen von den grössten Höhen schnell ins Rheinthal ab. (Blauen 3591', Badenweiler 1282', Belchen 4357', Staufen 893'; Erzkasten 3959', Freiburg 861'; Kandel 3839', Waldkirch 851'; Hornisgründe 3615', Achern 600'; Badener Höhe 3092', Baden 563'). Weniger steil ist der südliche Abfall des Gebirges, weil hier der sich an den Schwarzwald anlehnende Jura einen allmähligeren, terassenförmigen Absturz bewirkt. Doch ist der Abfall des Gebirges von den Höhen bei Gersbach (Rohrkopf 3606'), Herrischried und Höchenschwand, gegen die Waldstädte (Waldshut 1055', Säckingen 900') herab, immer noch ziemlich steil. Gegen Norden senkt sich der Schwarzwald allmählig bis in die Gegend der Höhen oberhalb des Kinzigthales; weiter nördlich erhebt er sich aber wiederum an den Quellen der Acher und der Murg beinahe bis zur Mittelhöhe im südlichen Theile des Gebirges; jenseits der Murg fällt er ziemlich schnell in das Enzthal ab. Rossberg bei Dobel 2727', Sieben Eichen bei Grombach 1945', Pforzheim 845'. Der östliche Abfall ist durchaus sehr sanft. Ganz unmerklich fällt das Gebirge gegen das Thal der Donau und des Neckars ab, so dass man sich, insbesondere im südlichen Theile, wo der östliche Abfall des Schwarzwaldes den Jura berührt, wie in der Gegend von Stühlingen (1543'), Bonndorf (2608'), Donaueschingen (2118'), Rothweil (1699'), an den tiefsten Puncten dieses Abfalls, in einer Entfernung von 8 bis 10 Stunden von den grössten Höhen, durchaus um 600 bis 1200' höher befindet, als an den tiefsten Puncten des westlichen Abfalles, die von den grössten Höhen in gerader Richtung nur 1 bis 2 Stunden entfernt sind.

Wie bei dem Schwarzwalde der westliche, so ist bei den Vogesen der östliche Abfall, nach der ganzen Länge des Gebirges, sehr steil, und insbesondere in der Gegend von Schlettstadt, Markirch, Colmar und Thann. Von der grössten Höhe fällt das Gebirge hier schnell gegen das Rheinthal ab, so dass die tiefsten Puncte an diesem Abfalle von den grössten Höhen gleichfalls nur 1 bis 2 Stunden in horizontaler Entfernung liegen. Auch der südliche Abfall der Vogesen ist sehr steil. Der Ballon d'Alsace (3870') fällt sehr steil gegen Belfort (1080') ab. Der westliche Abfall der Vogesen ist im südlichen Theile des Gebirges ebenfalls steil, doch in weit geringerem Grade als der östliche Abfall. Die tiefsten Puncte an demselben liegen im Durchschnitt 400' höher, als auf der Ostseite. Im nördlichen Theile des Gebirges ist der westliche Abfall dagegen sehr sanft und verläuft sich in hügeliges Land. Gegen Norden senkt sich das Gebirge ziemlich gleichförmig und ganz allmählig, so dass die höchsten Puncte am Nordende um 3000' niedriger sind, als am Südende. (S. Taf. IV.)

Gebirgskamm. Einen ausgezeichneten, scharfen Gebirgskamm

hat der Schwarzwald nicht. Es fallen zwar mehrere der grössten Gebirgsjoche, deren Hauptrichtung mit der allgemeinen Richtung des Gebirges übereinkommt, stark und ununterbrochen gegen Westen ab, wodurch die Höhe des Gebirges, vom Rheinthale aus betrachtet, stellenweise wie ein scharfer Kamm erscheint; befindet man sich aber auf der Höhe des Gebirges selbst, so sieht man, wie dieselbe von grossen Hochebenen eingenommen wird, die dadurch gebildet werden, dass der östliche, sehr sanfte Abfall des Gebirges mit dem steilen westlichen unter einem grossen Winkel zusammenstösst.

Auch die Vogesen haben keinen scharfen Kamm; doch ist dieser, insbesondere im südlichen Theile des Gebirges, nicht so breit, wie beim Schwarzwalde.

Thäler. Der Schwarzwald hat viele und grosse *Querthäler.* Die meisten liegen auf der Westseite des Gebirges und öffnen sich gegen Nordwesten. Alle hier liegenden sind tief eingeschnitten und haben eine stark fallende Sohle. Mehrere derselben sind sehr enge, wild und von steilen, hohen Felsenmauern eingeschlossen. Die wichtigsten sind, von Süden herab: das Wiesen-, Münster-, Höllen-, Elz-, Schutter-, Kinzig-, Rench-, Acher-, Murg- und (untere) Albthal. Von diesen hat das Kinzigthal eine Länge von 14 Stunden und ist ausgezeichnet durch viele und zum Theil grosse Seitenthäler, von welchen diejenigen der Gutach, Wolf und Schiltach die bedeutendsten sind; das Murgthal eine Länge von 12 Stunden. Auf der Ostseite sind nur wenige Thäler; hier liegen das Brigach- und Bregthal, welche sich bei Donaueschingen vereinigen und das Donauthal bilden. Das bedeutendste Querthal auf dieser Seite ist das wilde Wutachthal.

Tief eingeschnittene *Längenthäler* liegen am Süd- und Nordende des Gebirges. Am Südende liegen das Steinen-, Schlucht-, Alb- und Wehrathal; am Nordende das Enz- und Nagold- und Würmthal. Mitten im hohen Gebirge, von Süd nach Nord laufend, liegen das malerische Lierbachthal mit der tiefen Granitschlucht an seinem Anfang bei Allerheiligen, und das romantische Gutachthal, welches bei Hornberg mit dem Reichenbacherthal zusammenläuft, und, mit diesem vereinigt, sich bei Hausach ins Kinzigthal ausmündet. Es ist eines der höchsten Thäler des Gebirges und liegt etwas oberhalb des Tryberger Wasserfalles in einer Höhe von 2780′. Das Neckarthal liegt eine bedeutende Strecke zwischen dem Schwarzwald und der Alb (von Schwennigen bis Horb); es entfernt sich aber hernach gänzlich von diesem Gebirge.

Auch die Vogesen haben viele *Querthäler.* Sie liegen vorzüglich auf der, dem Schwarzwalde zugekehrten, Ostseite des Gebirges und sind ziemlich tief eingeschnitten. Hier liegen das Amarinen-, Münster-, Schnierlach-, Rappoltsweiler-, Leber-, Jäger- und Weilerthal. Gegen Süden öffnet sich das Thal von Giromagny. Von den Thälern der Westseite, die im Allgemeinen bei weitem

nicht so tief eingeschnitten sind, ist das Moselthal das bedeutendste. Als einziges und grosses Längenthal ist das Breuschthal ausgezeichnet. Die Querthäler öffnen sich gegen Nordosten.

Von den Strassen, welche vom Rheinthale aus über den Schwarzwald führen, und durch die genannten westlichen Querthäler zur Höhe des Gebirges hinansteigen, führen alle auf ansehnliche Höhen, und ziehen die meisten, sind sie auf der grössten Höhe angekommen, über die Hochebenen hin und am sanften östlichen Abfall herab, ohne wieder durch Querthäler herunter zu steigen. Es fehlen nämlich auf der Ostseite des Gebirges an vielen Stellen die Querthäler, welche den westlichen entsprechen würden. Davon macht aber gerade die Hauptstrasse über den Schwarzwald, welche durch das Kinzigthal über das Gebirge ins Donauthal führt, eine Ausnahme. Durch eine Thalverzweigung von Tryberg aus auf die Höhe angestiegen, läuft die Strasse über die Wasserscheide zwischen Rhein und Donau bei Sommerau herüber ins Brigachthal und durch dieses ostwärts hinab.

Auch in den Vogesen steigen die Strassen, die über das Gebirge führen, schnell und stark durch die tiefen Querthäler, am östlichen Abfall bis zur Höhe hinan; sie laufen aber am westlichen Abfall wieder durch die hier liegenden, den östlichen entsprechenden, aber flächeren Querthäler herab, und senken sich in diesen ganz allmählig gegen das hügelige Land Lotharingens.

Flüsse. Im Schwarzwalde entspringt nur ein grosser Fluss, der sich selbstständig ins Meer ergiesst, die *Donau*. Von Rosseck (3540′) unfern Schönwald und von der Höhe bei Hirzwald (3063′) herab kommen ihre Quellen, von welchen die erstere, zum *Bregbach* vergrössert, über Furtwangen und Vöhrenbach herabfliesst; die letztere als *Brigach* über St. Georgen herunterläuft. Diese beiden Bäche vereinigen sich bei *Donaueschingen*, und nehmen hier viele weitere starke Quellen auf, namentlich eine klare Quelle, welche in der Nähe des fürstlichen Schlosses hervorquillt (2085′). Die vereinigten Wasser heissen nun die *Donau*. Bei Geisingen verlässt diese den Schwarzwald und tritt in den schwäbischen Jura ein. Nach der Donau ist der *Neckar* der grösste Fluss, welcher auf dem Schwarzwalde entspringt. Seine Quellen liegen bei Schwenningen (2155′), östlich von Villingen, da wo die schwäbische Alb mit dem Schwarzwalde zusammenstösst. Bis in die Gegend von Horb fliesst er zwischen diesem Gebirge und der Alb, und behält die Hauptrichtung des Schwarzwaldes; dann aber wendet er sich nach Osten und tritt in den Jura ein. Bei Mannheim vereinigt er sich mit dem Rheine, nachdem er den Odenwald durchbrochen.

Auf der Süd- und Westseite des Schwarzwaldes fliesst eine grosse Zahl von kleinen Flüssen und Gebirgswassern, Waldbächen, dem Rheine zu. Die bedeutendsten sind: die Wutach, die Alb, die Wehra, die Wiese, die Dreisam, die Elz, die Kinzig, die Murg. Auf der Nordseite entfliessen dem Gebirge: die Enz, die

Nagold und die Würm, welche sich mit dem Neckar vereinigen und mit diesem in den Rhein fallen.

Auf den Vogesen entspringt kein Fluss, der sich selbstständig ins Meer ergiesst. Dagegen entspringen in diesem Gebirge eine beträchtliche Anzahl kleiner Flüsse und Waldbäche. Der Hauptfluss der Vogesen ist die Mosel. Ihre Quellen liegen am westlichen Abfalle des Gebirges, an der Westseite des Hoheneck. Sie verlässt das Gebirge bei Epinal, und fällt bei Coblenz in den Rhein, nachdem sie von Trier bis dahin das Schiefergebirge des Hochwaldes durchschnitten hat. Auf derselben Seite entspringen auch die Meurthe, die Vologne und die Saar. Am südlichen und südwestlichen Abfalle liegen die Savoureuse, der Ognon, die Cambaule, die Angronne und der Breuchin. Am östlichen Abfall entfliessen dem Gebirge die Fächt, die Liepvrette, die Andlau, die Maas, die Breusch, die Queich und die Lauter. Es fallen demnach von den Vogesen beinahe gleichviele Gewässer dem Rheine und der Mosel zu. Vom Schwarzwalde fliessen dagegen weit mehr Gewässer in den Rhein, als in die Donau. Unbedeutende Erhöhungen scheiden in diesem Gebirge die Wasser, die einerseits dem Rheine zuströmend, mit diesem in die Nordsee fallen; andererseits der Donau zufliessend, mit dieser dem schwarzen Meere zueilen.

Seen. Im Schwarzwalde, wie in den Vogesen, liegen, bei letzterem Gebirge aber nur im südlichen Theile, mehrere kleine Seen, wahre Gebirgsseen, die mitunter von steilen, beinahe senkrechten Felsenwänden umgeben sind, eine bedeutende Tiefe haben und in ansehnlicher Höhe liegen. Im südlichen Schwarzwalde liegt der Feldsee (3426′) unter dem Seekopfe, einer Spitze des Feldberges, und der Titisee (2611′), aus welchen beiden die wilde Wutach ihre Wasser erhält; sodann der Schluchsee (2772′) und der Nonnenmattweier (2767′), auf welchem eine kleine Torfinsel schwimmt. Im nördlichen Schwarzwalde liegen gleichfalls mehrere kleine Gebirgsseen, von welchen der Mummelsee (3177′) an den Hornisgründen und der Wildsee (2843′) am Kniebis die bemerkenswerthesten sind.

Im südlichen Theile der Vogesen befinden sich der Eispacher-, Geradmer- und Longemersee, der weisse See, der schwarze See, der See von Daaren, der See am Belchen bei Gebweiler (3094′) und noch einige kleinere Seen.

Klimatische Verhältnisse. Die Temperatur-Verhältnisse am Fusse des Schwarzwaldes und im Innern des Gebirges sind in der neueren Zeit sehr sorgfältig beobachtet und insbesondere von meinen beiden Collegen *Stieffel* und *Klauprecht* einer genauen Berechnung unterworfen worden. Ich verdanke die wesentlichen Verbesserungen der Temperaturangaben, im Vergleich zu den in der ersten Auflage angegebenen, namentlich meinem Collegen *Klauprecht.*

Basel. N. Br. 47°.34′. Höhe 756′, Nullpunct des Rheinpegels; Boden vor dem Münster 839′.

Mitteltemperatur der einzelnen Jahreszeiten:

Winter (Dec., Jan., Febr.)	+ 0°.62 C.
Frühling (März, April, Mai)	9°.50.
Sommer (Juni, Juli, August)	18°.37.
Herbst (Sept., Oct., Nov.)	9°.87.
Mittlere Temperatur des Jahres	9°.62.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 17°.75 (Nach 11jährigen Beobachtungen [1830–1840 einschl.] von P. Merian).

St. Blasien. N. Br. 47°.50′. Höhe 2375′. Die Beobachtungen wurden in den Jahren 1822 bis 1827, also 5 Jahre, gemacht und sind auf die Carlsruher 50jährigen Beobachtungen reducirt, durch die Differenzen gleicher Jahre.

Winter	— 3°.40 C.
Frühling	+ 4°.77.
Sommer	13°.19.
Herbst	5°.84.
Mittlere Temperatur des Jahres	5°.20.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 16°.59 (St. Blasien liegt in einem tiefen, rings von hohen Bergen eingeschlossenen Becken des Albthals im südlichen Schwarzwalde. Der Feldberg 4601′, das Herzogenhorn 4362′, das Spiesshorn 4158′, stehen in seiner Nähe.)

Freiburg. 47°.59′.45″ N. Br. Höhe 861′.

Winter	+ 0°.41 C.
Frühling	9°.87.
Sommer	18°.37.
Herbst	10°.37.
Jahrestemperatur	+ 9°.75.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 17°96. (Nach fünfjährigen [1809–1814] Beobachtungen von H. Wucherer.)

Carlsruhe. 49°.0′.50″ N. Br. Höhe 361′.

Winter	+ 1°.59.
Frühling	10°.35.
Sommer	18°.85.
Herbst	10°.50.
Jahrestemperatur	+ 10°.32.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 16°.94. (Nach 58jährigen Beobachtungen von Böckmann, Wucherer und Stiffel.)

Pforzheim. N. Br. 48°.53′.30″. Höhe 845′, Boden der Schlosskirche.

Winter	+ 0°.45 C.
Frühling	8°.94.
Sommer	17°.70.
Herbst	9°.29.
Mittlere Jahrestemperatur	+ 9°.12.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 17°25. (Nach den Beobachtungen von Dr. MÜLLER zu Pforzheim in den Jahren von 1823 bis 1828 einschliesslich und dann in den Jahren 1831 bis 1843 einschliesslich. Die Media sind mit jenen von Carlsruhe verglichen, die hieraus entstandenen Differenzen sodann von den Carlsruher 50jährigen Beobachtungen abgezogen worden. Dadurch haben die Pforzheimer Beobachtungen den Character von 50jährigen erhalten. Die 50jährigen Carlsruher Beobachtungen geben folgende Mitteltemperatur der einzelnen Jahreszeiten:

Winter	+	1°.49.
Frühling		10°.41.
Sommer		18°.93.
Herbst		10°.38.
Mittlere Jahrestemperatur		10°.27.)

Calw im Nagoldthal. N. Br. 48°.42'. Höhe 1070'.

Winter	—	0°.03 C.
Frühling	+	8°.26.
Sommer		16°.78.
Herbst		8°.50.
Mittlere Jahrestemperatur		8°.40.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 16°.81 (Nach den Beobachtungen des Dr. MÜLLER zu Pforzheim in den Jahren 1843 und 1844).

Nagold. N. Br. 48°.37'. Höhe 1247'.

Winter	—	0°.01.
Frühling	+	7°.98.
Sommer		15°.54.
Herbst		9°.54.
Mittlere Jahrestemperatur		8°.26.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 15°.55 (Nach Beobachtungen des Apotheker ZELLER zu Nagold, auf die Stuttgarter Beobachtungen reducirt).

Stuttgart. 48°.46' N. Br. Höhe 759'.

Winter	+	0°.71.
Frühling		9°.60.
Sommer		18°.27.
Herbst		9°.60.
Mittlere Jahrestemperatur	+	9°.71.

Unterschied der Winter- und Sommertemperatur = 17°.56 (Nach 50jährigen Beobachtungen der Herren Professoren SCHÜBLER, ELBEN und PLIENINGER 1794-1844).

Tübingen. 48°.31' N. Br. Höhe 1183' (Schloss).
Mittlere Jahrestemperatur + 9°.4.
(Nach H. Professor BOHNENBERGER.)

Rothweil. 48°.15 N. Br. Höhe 1850'.
Mittlere Jahrestemperatur + 6°.7.
(Nach H. Professor DREY.)

Aus einer Vergleichung dieser Mittel folgt:

1) Dass die mittlere Jahrestemperatur am südlichen und westlichen Fusse des Schwarzwaldes höher ist, als am nördlichen und östlichen Fusse. Freiburg hat eine niedrigere Jahrestemperatur, als Carlsruhe, ungeachtet es um einen Grad südlicher liegt. Es erhebt sich aber über jene Stadt das Gebirge zu seiner grössten Höhe, und ist auf dieser nur während 6 Wochen, von Mitte Juli bis Ende August, vollkommen von Schnee befreit. Daher ist der Frühling kälter, als in Carlsruhe, und auch die Morgen und Abende der heissesten Tage des Sommers sind kühler, als hier.

2) Die Temperatur des Jahres ist am nördlichen Fusse grösser, als am östlichen. Der Grund hievon ist, dass der östliche Fuss um mehr als 300 Métres höher liegt, als der nördliche (Rothweil 1850', Pforzheim 845'), und dass er in unmittelbarer Berührung mit der hochgelegenen, rauhen, schwäbischen Alb steht, die auf seine klimatischen Verhältnisse einen grossen Einfluss ausübt.

3) Der Unterschied der Sommer- und Wintertemperatur ist am geringsten am westlichen Fusse vom nördlichen Theile des Gebirges. (Carlsruhe + 16.94.)

4) Vergleicht man den wärmsten Ort am Fusse des Schwarzwaldes mit dem kältesten (Carlsruhe + 10°.32 und Rothweil + 6°.7), so wird die Temperatur-Sphäre 3°.5. Nimmt man zugleich auf die Höhe des Gebirges Rücksicht, so wird diese Sphäre grösser. Nach einer sehr wahrscheinlichen Berechnung, wobei man von der mittleren Jahrestemperatur von St. Blasien ausgeht und für je 600 Fuss Erhebung einen Temperatur-Unterschied von 1° C. annimmt, ist die mittlere Jahrestemperatur auf dem höchsten Puncte des Schwarzwaldes, auf dem Feldberge, der sich 2000 Fuss über St. Blasien erhebt, = + 2°.00. Die Temperatur-Sphäre wäre demnach 8°.

Ueber die Temperatur-Verhältnisse der *Vogesen* ist nur das bekannt, was Strasburg betrifft.

Strasburg. 48°.35' N. Br. Höhe (innerer Boden des Münsters) 448'.

Winter	+	1°.35.
Frühling		9°.87.
Sommer		18°.10.
Herbst		10°.08.
Mittlere Jahrestemperatur	+	9°.85.

(Nach sechszehnjährigen Beobachtungen des H. Professors Herrenschneider.)

Die Hitze erreicht in Strasburg, welches einen halben Grad südlicher, aber auch 87' höher liegt, als Carlsruhe, bisweilen einen höheren Grad, als hier. Diess hat seinen Grund wohl darin, weil der letztere Ort dem das Rheinthal östlich begrenzenden rauhen Schwarzwalde viel näher liegt, als Strasburg. Die ganze Ostseite der Vogesen hat einen weit milderen Character, als die

Westseite des Schwarzwaldes. Die nach Nordosten sich öffnenden Thäler jenes Gebirges empfangen die ersten Strahlen der aufgehenden Sonne. Die höchsten Puncte der Vogesen sind weit länger vom Schnee befreit, als die höchsten Puncte des Schwarzwaldes.

Was endlich das Rheinthal betrifft, so weit es zwischen dem Schwarzwalde und den Vogesen liegt, so verdient bemerkt zu werden, dass der diesseits des Rheins, zwischen diesem und dem Schwarzwalde und Odenwalde liegende Theil, dieser südwestliche gesegnete Winkel Deutschlands, der den grössten Theil Badens ausmacht, einer der mildesten und wärmsten unseres Gesammtvaterlandes ist.

Vegetationsverhältnisse. Die grössten Höhen des *Schwarzwaldes* nimmt die *subalpine Region* ein. Sie beginnt bei 4200′ und bildet die Baumgrenze. Nur einzelne Streifen von Rothtannen ziehen noch an den steilen Abhängen hinauf, welche von einigen wenigen Gesträuchen bekleidet sind (Rosa alpina, Salix cinerascens, Ribes alpinum). Die höchsten Puncte sind baumlos. Das Steinbrech (Saxifraga stellaris und Aizoon), das goldgelbe Fingerkraut (Potentilla aurea), das Alpen-Sinau (Alchemilla alpina), Alpen-Weidenröschen (Epilobium alpinum), das Alpenglöckchen (Soldanella alpina), der Felsen-Ehrenpreis (Veronica saxatilis), die Mönchs-Rhabarber (Rumex alpinus), der Alpenbärlapp (Lycopodium alpinum), der krausse Saumfarn (Pteris crispa) und einige andere, sind dieser Region eigenthümlich. Am höchsten steht Gnaphalium supinum.

Auf die *subalpine Region* folgt die *Region der Rothtannen*, die *obere Bergregion.* Sie geht von 4200′ bis 2500′. Schwarze Wälder von Rothtannen (daher der Name Schwarzwald) bedecken grosse Strecken des Gebirges. Die Weisstanne (Ab. pectinata) steigt nicht ganz zu 3000′ empor. Ausser der *Zwergfichte* (Pinus Pumilio), die auf den hohen Torfmooren steht, kommen in dieser Region keine Fichten vor. An den Abhängen stehen unter dem Schutze der Nadelhölzer, Weiden, Vogelbeeren, der Ahorn, die Alpenrose (Rosa alpina), die Alpenjohannisbeere und einige Laubhölzer. Die Bergmatten sind voll duftender Futterkräuter. In den Seen steht der seltene Isoëtes lacustris und Nuphar Spennerianum; an den Ufern der Seen und in den Torfmooren Juncus filiformis, Scheuchzeria palustris, Carex leucoglochin, Scirpus caespitosus, Empetrum nigrum, Andromeda polyfolia, die Moos- und Sumpfbeere (Vaccinium Oxycoccos et uliginosum), der rundblätterige und langblätterige Sonnenthau (Drosera rotundifolia et longifolia), der Sumpfbärlapp (Lycopodium inundatum) u. s. w. In den Waldungen, besonders in der Nähe von Bächen und an feuchten Felsen wachsen üppige Farnkräuter: Polypodium alpestre, Aspidium Filix femina, Filix mas, dilatatum, Blechnum boreale; ferner die gequirlte Maiblume (Convallaria verticillata), Streptopus amplexicaulis, Sonchus alpinus, Adenostyles albifrons, der Sturmhut (Aco-

nitum Napellus), Rumex arifolius u. s. w.; auf Weiden und Wiesen: Wohlverleih (Arnica montana), der gelbe Enzian (Gentiana lutea), Leontodon alpinum u. s. w. Auf Haiden der Bärlapp (Lycopodium clavatum, Polygala serpyllacea); an Felsen Silene rupestris, Sedum saxatile, Saxifraga Aizoon. Die obere Grenze des Getreides liegt bei 3500′ (Avena sativa).

Auf die *Region der Rothtannen* folgt die *Region der Buchen* und *Weisstannen*, die *untere Bergregion*. Grosse Buchwälder, gemischt mit anderen niederen Laubhölzern und mit wenigen Eichen, bedecken, abwechselnd mit Nadelholzwäldern, die vorzüglich aus Weisstannen bestehen, die grössere Hälfte dieses Gebietes. Die Fichte erscheint vereinzelt, nur selten kleinere Haine bildend. Der wilde Kirschbaum steht an der oberen Grenze dieser Region (2500′). Im nördlichen Theile des Gebirges herrscht in dieser Region die Weisstanne vor; auf dem östlichen Abfalle die Buche. Characteristische Waldpflanzen sind: Prenanthes purpurea, Senecio Fuchsii, Epilobium angustifolium, Digitalis purpurea, Atropa Belladonna. Die Wiesen sind mit Futtergräsern bedeckt.

Auf die Region der *Weisstanne* und der *Buche* folgt die Region des *Nussbaumes* und des *Weinstockes*. Sie beginnt bei 1300′, geht bis zur Basis des Gebirges hinab, nimmt den südlichen und nördlichen, vorzüglich aber den westlichen Fuss desselben ein; und ist auch über die Vorberge an diesem Fusse des Gebirges verbreitet.

Die Anhöhen dieser Region sind mit Buchen, Eichen, Espen, Hainbuchen und vielen anderen kleinen Bäumen und Gesträuchen oder mit lichten Fichtenhainen bedeckt. Die Abhänge sind fast ausschliesslich mit dem Weinstock und mit Obstbäumen bepflanzt. Der Nussbaum steht in den Thälern bis zu einer Höhe von 1300′. Die Kastanie hält sich am Fusse des Gebirges. Orchideen, Thymus Calamintha, Melittis Melissophyllum, Helleborus viridis und foetidus und viele andere Pflanzen südlicher Himmelsstriche wachsen freudig im unteren Theile dieser Region.

Auf der Ostseite des Schwarzwaldes fehlt die Region des Nussbaums und des Weinstocks. Die Vegetation hat am Fusse dieser Seite den Character der unteren Bergregion.

In den *Vogesen* geht die *subalpine Region* bis zu 3600′ herab. Eigenthümlich sind dieser Region in den Vogesen: Androsace carnea, Ribes petraeum, Sibbaldia procumbens, Allium victoriale, Anemone alpina; von Moosen Bruchia vogesiaca. Die höchsten Puncte dieses Gebirges sind eben so wenig mit Bäumen bekleidet, als die höchsten Puncte des Schwarzwaldes. Sie sind baumlos.

Auf die *subalpine Region* folgt, wie im Schwarzwalde, die *obere Bergregion*. Sie geht von 3600′ bis 2000′. Die jenes Gebirge characterisirenden schwarzen Wälder der Rothtanne fehlen beinahe ganz. Auch von dieser Region ist ein grosser Theil baumlos, oder doch nur sehr wenig mit Bäumen bewachsen. Von Kräutern und Sträuchen verdienen bemerkt zu werden: Angelica

pyrenaica, Viola grandiflora, Rosa rubrifolia, Potentilla crocea, Pedicularis foliosa, Rhodiola rosea, Sonchus Plumieri, Carlina longifolia, Hieracium intyrbaceum. In den Seen steht Juncus filiformis, Isoëtes lacustris, Hypericum elodes und Littorella.

Die *untere Bergregion* von 2000′—1000′ hat in den Vogesen wenig Ausgezeichnetes. An ihrer oberen Grenze steht der wilde Kirschbaum. Am nördlichen Theile des Gebirges vermisst man in dieser Region alle grösseren zusammenhängenden Wälder; sie ist hier auf grosse Strecken baumlos. Futterkräuter bedecken die Wiesen. Bemerkenswerth ist das Vorkommen von Luzula Forsteri, Brassica alpina, Anemone hepatica, Monotropa Hypopithys, Vicia dumetorum, Helleborus hyemalis.

Bei 1000′ beginnt die *Region des Nussbaumes* und des *Weinstockes*. Sie geht bis zum Fusse des Gebirges, und zeigt sich in der grössten Fülle am östlichen Fusse. Hier stehen Obstbäume zu Tausenden, und liefern die feinsten Früchte. Kastanien sind häufig. Hier wachsen: Heliotropium europæum, calendula arvensis, Althæa hirsuta, Colutea arborescens, Artemisia camphorata, Mespilus Cotoneaster, Peucedanum alsaticum, die meisten Orchideen, worunter auch der seltene Spiranthus æstivalis Rich. und mehrere andere Pflanzen, die nur unter einem milden Himmel gedeihen, und unter welchen sich viele befinden, die am westlichen Fusse des Schwarzwaldes nicht fortkommen.

Vergleichen wir nun die Resultate dieser Darstellung mit einander, so ergiebt sich Folgendes:

1) Der Schwarzwald nimmt 1½ Breitegrade ein, und eben so viel die Vogesen.*)

2) Die Richtung der beiden Gebirge nähert sich der der Meridiane.

3) Der Schwarzwald übertrifft an Höhe die Vogesen. Die höchsten Puncte des Schwarzwaldes liegen 4000′ bis 4600′ über dem Meere; die höchsten Puncte der Vogesen 3800′ bis 4400′. Die Mittelhöhe in dem höchsten Theile des Schwarzwaldes ist 3900′, in den Vogesen 3500′.

Im niedrigsten Theile des Schwarzwaldes erreichen die höchsten Puncte 2400′ bis 2800′; in den Vogesen 1300′ bis 1600′. Die Mittelhöhe des niedrigsten Theiles des Schwarzwaldes ist 2600′; der Vogesen 1400′. Beide Gebirge erreichen die grösste Höhe in ihrem südlichen Theile.

4) Die Senkung der Gebirgsmasse bei den *Pässen* ist im Allgemeinen unbedeutend im Schwarzwalde, und mehrere Pässe dieses Gebirges führen über breite Hochebenen. Bei den Vogesen sind die Pässe gleichfalls im Allgemeinen nicht tief eingeschnitten; doch giebt es einige, bei welchen eine beträchtlichere Senkung der Gebirgsmasse Statt findet. Von den *Pässen* des Schwarzwaldes sind diejenigen durch's *Kinzigthal* und durch's *Höllenthal* von

*) Die *Hardt* nicht mitgerechnet.

grosser Wichtigkeit für die Verhältnisse des Verkehrs und der Wanderung. Der letztere Pass hat durch *Moreau's* Rückzug noch ein besonderes historisches Interesse erhalten.

5) Der Abfall der beiden Gebirge verhält sich ganz entgegengesetzt. Beim Schwarzwalde ist der westliche, bei den Vogesen der östliche Abfall sehr steil; dagegen ist bei jenem Gebirge der ganze östliche, bei diesem der westliche Abfall des nördlichen Theiles sehr sanft und allmählig. Im südlichen Theile fallen die Vogesen ziemlich steil gegen Westen ab. Der südliche Abfall ist bei den Vogesen weit steiler, als beim Schwarzwalde.

6) Der Schwarzwald hat keinen scharfen Gebirgskamm; seine Höhe wird von grossen Hochebenen eingenommen, die sich ganz allmählig gegen Osten senken. Weit mehr nähert sich der obere Theil der Vogesen einem scharfen Gebirgskamme, weil er im Allgemeinen eine sehr geringe Breite hat.

7) Im Schwarzwalde sind wenige Längenthäler; dagegen viele grosse, tief eingeschnittene und viel verzweigte Querthäler, vorzüglich an der Westseite. Von diesen zeichnen sich einige, wie namentlich das Renchthal und das Elzthal, durch schnellen Wechsel ihrer Richtung aus. Ersteres läuft erst gegen Südwest, dann mit einer schnellen Wendung gegen Nordwest; letzteres erst nach Norden und sodann mit einer schnellen Umbiegung gegen Südwest. Die Vogesen haben ein einziges Längenthal, aber viele und tiefe, weniger verzweigte Querthäler an der West- und Ostseite, doch besonders an letzterer.

8) An der Ostseite des Schwarzwaldes entspringen zwei grosse Flüsse, wovon einer, die *Donau*, deren Gebiet das grösste in Westeuropa ist, sich selbstständig ins Meer ergiesst. An der West-, Nord- und Südseite des Gebirges treten zahlreiche kleinere Flüsse, eigentliche Waldbäche, auf, die ihre Wasser dem Rheine zuführen. Von den wenigen Bächen auf der Ostseite des Gebirges vereinigen sich die meisten mit der Donau. Es hat etwas Eigenthümliches, auf der Höhe dieses Gebirges zu sehen, wie einander ganz *nahe liegende Quellen* ihre Wasser zwei *verschiedenen*, weit auseinander liegenden *Meeren* zusenden.

In den Vogesen entspringt *ein* grosser Fluss, die *Mosel,* die in den Rhein fällt. Ueberdies fliessen zahlreiche Waldbäche an beiden Hauptabfällen. Die meisten von diesen vereinigen sich mit der Mosel und dem Rheine; die wenigen, welche am südlichen und südwestlichen Abfall entspringen, eilen in die Rhone und mit dieser dem mittelländischen Meere zu.

9) Im Schwarzwalde und in den Vogesen liegen mehrere kleine Gebirgsseen. Bei dem letzteren Gebirge befinden sie sich im höchsten, südlichen Theile. Im Schwarzwalde kommen auch einige im nördlichen Theile des Gebirges vor.

10) Die mittlere Jahrestemperatur am südlichen und westlichen Fusse des Schwarzwaldes ist beinahe dieselbe, wie im Norden der Alpen (Freiburg + 9°.75, Carlsruhe + 10°.32). Am östlichen Fusse ist sie um einige Grade niedriger (Rothweil + 6°.70).

Die mittlere Jahrestemperatur am östlichen Fusse der Vogesen ist ohne Zweifel etwas höher, als am westlichen Fusse des Schwarzwaldes. Die Beobachtungen von Strasburg ausgenommen (+ 9°.85), sind aber keine von anderen Orten am Fusse der Vogesen bekannt.

11) Die höchsten Puncte beider Gebirge liegen beträchtlich unter der Schneegrenze. Demungeachtet sind die höchsten Gipfel des südlichen Schwarzwaldes (Feldberg, Herzogenhorn, Belchen), nur während der heissesten Tage des Sommers vollkommen von Schnee befreit.

12) In beiden Gebirgen unterscheidet man die *Subalpine-Region* (Schwarzwald von 4600′ bis 4200′; Vogesen von 4400′ bis 3600′), die *obere Bergregion* (Region der Rothtannen im Schwarzwalde, durch grosse Wälder dieses Baumes ausgezeichnet; in den Vogesen sind solche Wälder in dieser Region selten), die *untere Bergregion* (Region der Buchen und Weisstannen im Schwarzwalde, von 2500′ bis 1300′ mit grossen Weisstannen-Wäldern, namentlich im nördlichen Theile des Gebirges, im Murgthal, Enzthal, Würmthal), und die *Region des Nussbaumes und des Weinstockes* (im Schwarzwalde an der Westseite von 1300′, in den Vogesen an der Ostseite von 1000′, bis herab zum Fusse des Gebirges).

Von den Hügeln.

Die Hügel, durch ihre geringere Erhebung von den Bergen unterschieden, unterscheiden sich von diesen auch noch durch die Art, wie sie mit einander verbunden sind. Sie liegen in der Regel gruppenweise beisammen, bilden wohl mitunter einzelne Reihen, aber nur selten grössere, in bestimmter Richtung weit fortziehende Ketten. Gewöhnlich haben die Hügelmassen eine beinahe gleiche Ausdehnung in die Länge und in die Breite; ihre Gruppen werden durch in verschiedenen Richtungen mit einander verbundene Hügel gebildet, und stehen nicht selten isolirt. Oefters liegen sie auch am Fusse eines Gebirges und vermitteln, gleichsam als die letzten, wellenförmigen Erhebungen, das Verlaufen desselben in die Ebene. Die Thäler des Hügellandes sind klein, flach, nicht selten ganz geschlossen und gewöhnlich wasserarm. Selten erhebt sich in einer Gruppe oder Reihe, ein Hügel so stark über die anderen, dass er diese beherrscht, und man von seiner Höhe die Gesammtheit der verbundenen Hügel überschauen kann. Desshalb haben Wanderungen im Hügellande meistens das Unangenehme, dass man, in der Hoffnung, eine Aussicht zu geniessen und eine

Uebersicht zu erhalten, auf der Höhe eines Hügels angelangt, sich dieser durch den nächsten Hügel beraubt sieht.

Von den Ebenen und Hochflächen.

Theile der Erdoberfläche, welche auf beträchtliche Erstreckung nur ganz unbedeutende Unebenheiten zeigen, die man aus der Ferne oft gar nicht, und erst bei einer aufmerksameren Untersuchung wahrnimmt, nennt man *Ebenen*. Sie bilden unabsehbare Flächen, die nur hie und da von einer niedrigen Bergreihe, von einzelnen Hügeln oder unbedeutenden Höhenzügen unterbrochen werden. Man nennt solche, von Gebirgen und allen beträchtlichen Erhebungen entblösste Landestheile auch *Flachland*, zum Unterschiede von dem mit vielen und bedeutenden Erhebungen begabten *Gebirgslande*.

Die Ebenen sind manchmal von allen Seiten von Gebirgen eingeschlossen; öfters liegen sie zwischen Gebirgen und dem Meere. Ihre Höhe über dem Meere ist sehr verschieden; liegen sie hoch, so nennt man sie *Hochflächen* und auch Plateau's.

Al. v. Humboldt giebt (Asie centrale I. S. 10) nachstehende Uebersicht der Höhen der in dieser Beziehung genauer bekannten Hochflächen:

Hochfläche	der	Auvergne	174	Toisen
„	von	Baiern	260	„
„	„	Spanien	350	„
„	„	Mysore	460	„
„	„	Caracas	480	„
„	„	Popayan	900	„
„	„	Abyssinien (See Tzana)	955	„
„	„	Südafrica (Oranienfluss)	1000	„
„	„	Abyssinien (Axum)	1108	„
„	„	Mexico	1168	„
„	„	Quito	1490	„
„	des	Titicaca-See's	2007	„

Mehrere asiatische Ebenen und ein Theil der americanischen, wie die Ebenen von Mexico, Peru und Quito, liegen sehr hoch, Die norddeutschen liegen dagegen nur wenig über dem Meere erhaben, und ebenso die Ebenen Ungarns, die lombardische Ebene und die Ebene am Amazonenfluss, am unteren Orinoco und am Rio negro.

Die Masse, aus welcher die Oberfläche der tief liegenden

Ebenen gewöhnlich besteht, ist ein loser Quarzsand, durch welchen der Untergrund, die feste Gesteinsmasse, da und dort hervorbricht, oder ein nackter Felsboden. Flüsse und Bäche durchziehen langsam und in mannigfaltiger Krümmung das einförmige Flachland. Es heisst *Heideland*, wenn die auf ihm stehende Vegetation vorzüglich aus Ericeen besteht, namentlich aus dem eigentlichen Heidekraut, Erica vulgaris. Solcher Art sind die Ebenen, welche sich von Jütland aus durch Lüneburg und Westphalen bis nach Belgien erstrecken, und von welchen einzelne Theile unter dem Namen der *Lüneburger-* und der *Senner-Heide* bekannt sind.

Savanen, *Prairies* (zwischen dem Missouri und Missisippi) werden die Ebenen genannt, wenn sie mit Gräsern bedeckt sind; *Steppen*, wenn mit kleinen dicotyledonischen Gewächsen. Hierher gehören die ausgedehnten Ebenen Ungarns, die gegen 3000 Quadratmeilen Land einnehmen, von den Einwohnern *Puszta* genannt; die Ebenen der Songarei und das Flachland zwischen dem Don und der Wolga. Alle diese sind reich mit Gräsern bedeckt. Die *Savanen* characterisiren America, und *Steppen* von zweierlei Art, die einen mit kleinen Salz-Pflanzen, die anderen mit grossen Kräutern der Familien der Compositae und der Leguminosen, characterisiren Südrussland, Sibirien und Turkestan. Die Savanen von Venezuela tragen neben den Gräsern kleine kräuterartige Mimosen, Legumimosen und andere Dicotyledonen. Ein besonderes Interesse gewähren diejenigen Südamerica's, die ungeheuren *Llanos**) von Caracas, Venezuela u. s. w. und die *Pampas* von Buenos-Ayres. Die Llanos des unteren Orinoco, von Meta und Giavar, nehmen einen Flächenraum von 29,000 Quadratlieues ein, und die Pampas von Rio de la Plata und von Patagonien eine Fläche von 135,000; beide zusammen haben also eine oberflächliche Ausdehnung, die zehnmal grösser ist, als diejenige von Frankreich. Wir verdanken H. v. Humboldt eine genauere Kenntniss derselben. „Ich weiss nicht, sagt dieser geniale Naturforscher, ob man durch den ersten Anblick der Andeskette, oder den der unabsehbaren Steppen des südlichen America's mehr überrascht wird. Die Gebirgsländer haben immer etwas

*) Los Llanos, spanisch, bedeutet Ebenen. Der Flächeninhalt der amerikanischen Llanos beträgt gegen 17,000 Quadratmeilen.

Aehnliches in ihrer Physiognomie, welches auch die Erhebung ihrer höchsten Gipfel sei; aber nur mit Mühe gewöhnt man sich an den Anblick der *Llanos* von Venezuela und Casanare, an den der Pampas von Buenos-Ayres und von Chaco, welche unaufhörlich und während zwanzig- und dreissigtägigen Reisen an die geebnete Oberfläche des Oceans erinnern.“

Diese Llanos von America liegen 40 bis 50 Toisen über dem Meere. Das Gefälle ihrer Wasser ist ausserordentlich klein und oftmals kaum wahrnehmbar. Der geringste Wind, das Anwachsen des Meeres, bewirkt ein Zurückfliessen der Bäche. Der Rio Arauca läuft öfters nach aufwärts. Die Indianer glaubten eines Tages auf ihm abwärts zu fahren, während sie von seiner Mündung gegen die Quellen schifften. Was die americanischen Savanen besonders auszeichnet, ist, dass man oft auf 30 Quadratmeilen keine Erhebung sieht, die auch nur einen Fuss über die Ebene hervorragte. Eine solche auffallende Gleichheit der Oberfläche herrscht ununterbrochen von der Mündung des Orinoco an bis nach Villa de Araure et Ospinos, auf einem Parallelkreise von 180 Meilen Länge, und von San-Carlos an bis zu den Steppen von Caqueta, auf einem Meridian von 200 Meilen.

Der scheinbaren Einförmigkeit der Oberfläche dieser Llanos ungeachtet, bemerkt man dennoch bei genauerer Untersuchung zweierlei Unebenheiten bei denselben. Die eine Art dieser Unebenheiten, von den Einwohnern *Bancos* genannt, besteht aus horizontalen, gebrochenen Bänken von Sandstein oder Kalkstein, welche vier bis fünf Fuss über die Ebene hervorragen. Die Bänke ziehen sich öfters ununterbrochen drei bis 4 Meilen weit fort. Die zweite, schwerer zu entdeckende Art von Unebenheiten, *Mesa* genannt, wird durch kleine, convexe Erhebungen gebildet, die ganz allmählig und unmerklich zu einigen Toisen ansteigen. Solcher Art sind die Unebenheiten der Steppen im Osten, in der Provinz Cumana, im Norden von Villa de la Merced und de Candelaria, die *Mesas* de *Amana*, de *Guanipa* und de *Jonoro*. Das sind *Höhenzüge**), welche hier in den americanischen Llanos, wie in den europäischen Ebenen die Wasserscheiden, dort die Wasserscheide zwischen dem Orinoco und dem nördlichen Theile von Terra-Firma, hier auf den Ebenen im Süden der Karpaten, die Wasserscheide

*) S. S. 143.

zwischen dem baltischen und zwischen dem schwarzen Meere bilden. Becken mit stagnirendem Wasser angefüllt, liegen hier und dort in den Llanos zerstreut; in den sibirischen Steppen einzelne Salzseen. Der Norden des alten Continents wird von ausgedehnten Ebenen eingenommen, deren mittlere Höhe 40 bis 50 Toisen erreicht und die sich von der *Schelde* bis an den *Jenesei* ausdehnen. Von den Niederlanden aus ostwärts gehend, gelangt man durch die baltischen und sarmatischen Ebenen, über die niedrigen Theile des Ural hinweg, in die sibirischen Ebenen und in jene asiatischen, welche den Westabhang des Altai umziehen, und weiter bis in die chinesische Dzungarei, auf einer Erstreckung von 80 Längegraden über keinen Höhenpunct, der bis auf 1200 oder 1300 Fuss ansteigt.

Sind die Ebenen ganz ohne Vegetation, und wird ihre Oberfläche durchaus von nacktem Felsenboden oder losem, unfruchtbarem Sande gebildet, so heisst man sie *Wüsten.* Sie gehören der heissen und gemässigten Zone der alten Welt an. Vom Westende der Sahara, bis zum Ostende des Gabi-Landes, liegt auf eine Erstreckung von 132 Breitengraden ein breites Wüstenband durch Centralafrica, Arabien, Persien, Candahar, Tchian-chan Nanlou und das Land der Mongolen. Mehr als $^2/_5$ dieser kahlen, dürren Bodenfläche liegt im Westen des Indus und ganz nahe den Tropen. Die Sonnenwärme erhitzt hier den Sand bis auf 50° und 60° C. Man sieht leicht ein, welchen Einfluss eine solche grosse Wüstenfläche auf die Wärmevertheilung an der Oberfläche eines grossen Theiles der Erde hat. Die Sahara von Africa nimmt allein einen Flächenraum von 194,000 Quadratlieues ein (20 auf den Grad), was mehr als das Doppelte der Oberfläche des Mittelmeeres ist. Sandmeeren ähnlich, sind die africanischen und asiatischen Wüsten viele Meilen weit von nackten Haufen öden Sandes bedeckt, die wie Wogen hintereinander aufsteigen; oder mit losem Sande bestreut, der vom Winde gewellt wird, wie die Oberfläche des Schnees. Sandhügel von 20 bis 100 Fuss wandern, dem Zuge des Windes folgend, in Wolken von Ort zu Ort. Oefters erheben sich Hügel von festem Gestein, oder Felsen, in Reihen geordnet, über das Sandmeer. Da und dort, weit auseinander, liegen Wasserstellen, auf ihnen, wie Inseln, grüne *Oasen.*

Selbst mit dem heissen, losen Sande hat der Mensch sich

befreundet. Er durchzieht viele Tage lang, der Glut des Windes, jeder Entbehrung Preis gegeben, Durst und Ermattung besiegend, das todte, stille Sandmeer mit dem Schiffe der Wüste.

Vom Tieflande.

Es ist von vorneherein in der Gebirgsmassenlehre bemerkt worden (S. 111), dass derjenige Theil der Erdoberfläche, welcher sich unter das Meer senkt, Meeresgrund genannt wird. Wir müssen hier noch hinzufügen, insofern derselbe vom Meere bedeckt wird. Theile der Erdoberfläche, welche unter dem Spiegel des Oceans liegen, ohne von diesem bedeckt zu sein, kann man mit dem Namen *Tiefland* bezeichnen.

Eine bisher einzige Erscheinung auf unserem Planeten ist das Tiefland, die kesselförmige *Senkung des Bodens*, im Westen Asiens. Dort liegt ein bedeutender Theil Asiens, von mehr als 10,000 geographischen Meilen Flächeninhalt, zwischen der Kuma, dem Don, der Wolga, dem Jaik, der Obtschei Syrt, dem See Aksakul, und bis zum unteren Laufe des Sihon (Jaxertes) und des Amu (Oxus der Alten), tief unter der Oberfläche des Oceans. Mühevolle barometrische Stations-Nivellirungen zwischen dem schwarzen und dem Caspischen Meere, und zwischen Orenburg und Guriew, am Ausflusse des Jaik, durch die HH. Parrot, Engelmann, von Helmersen, Hofmann, von Humboldt und G. Rose angestellt, haben ausgewiesen, dass dieses grosse Tiefland an einzelnen Stellen sich 30 bis 50 Toisen unter das Meer senkt. Seine tiefsten Stellen werden durch die Binnenwasser des Caspischen Meeres und des Aralsees eingenommen. Es besteht aus festen Tertiärschichten, aus welchen einzelne vulcanische Massen beträchtlicher hervorragen oder da und dort hervorbrechen, wodurch die wunderbare Erdsenkung eine auffallende Gestaltung annimmt.

Es ist höchst wahrscheinlich, dass diese grosse *Depression*, bei welcher wir einen bedeutenden Theil von Asien in mehr als *dreihundert* Fuss Tiefe unter dem Spiegel der oceanischen Wasser *gesenkt* sehen, eine Folge der *Erhebung* der Gebirge des Kaukasus ist, des Hindu-khu und der Hochebene von Persien. „Diese Concavität der Alten-Welt“, sagt H. v. Humboldt, „ist ein Kraterland, wie auf der Mondoberfläche der Hipparch, Archimedes und Ptolomäus, die mehr als 30

Meilen im Durchmesser haben und die man eher mit der Kesselbildung Böhmens vergleichen kann, als mit unseren Kegeln und Kratern der Vulkane."

In Palästina besteht ebenfalls eine ausserordentliche Erdsenkung östlich von Jerusalem, durch das Thal des Jordans hinab bis zum *todten Meere.* Sein Spiegel soll nach den Triangulirungen Seymonds 1337 Fuss (427 Meter) unter dem Mittelmeer liegen. Der in der Bibel genannte See *Genneserah* liege 84 Fuss unter dem Spiegel dieses Meeres. „Wenn man", sagt H. v. Humboldt (Kosmos, S. 419), „von Jerusalem östlich gegen das todte Meer hinabsteigt, so geniesst man einen Anblick, den, nach unseren jetzigen hypsometrischen Kenntnissen der Oberfläche unseres Planeten, keine andere Erdgegend darbieten kann; man schreitet, indem man sich dem Spalte naht, in welchem der Jordan fliesst, *an hellem Tage* auf Gesteinschichten, die nach Bertou's und Russeggers barometrischem Nivellement 1300 Fuss in senkrechter Tiefe unter dem Spiegel des Mittelmeeres liegen."

Vom Meeresgrunde.

Der Meeresgrund, derjenige Theil der festen Erdrinde, der unter dem Spiegel des Oceans liegt und von diesem bedeckt wird, gleicht an der Küste hin der Oberfläche des festen Landes, und ist als eine Fortsetzung desselben zu betrachten. Dies lehren uns die an den Küsten hin liegenden Klippen und Inseln, die *Scheeren* an der Küste von Scandinavien, die Inseln des griechischen Archipelagus etc. Die beiden griechischen Gebirgsketten, welche von Thessalien her Negropont, und vom Berge Oeta aus, Attika bis zum Cap Sunium durchziehen, setzen in den Inseln des griechischen Archipelagus fort. Die Kette von Negropont durch Andros, Tine, Myconi; die von Attica durch Zia, Syra, Poros, Naxia, Amorgos und Stampalia. Südlich von der Pinduskette läuft eine hohe Reihe von Kalkbergen, welche durch Epirus geht, den Parnass und den Helicon bildet, sich schnell bei Megara senkt, und mit den Inseln Salamis und Aegina verliert, die aus Jura-Rogenstein bestehen. So werden durch diese Inseln die Gebirgsreihen des festen Landes in gleicher Richtung und mit gleichen Gesteinen fortgesetzt, bis in weiter Entfernung die einzelnen Erhebungen unter dem Spiegel des Meeres bleiben.

Je höher im Allgemeinen das Ufer ist, desto schneller und stärker senkt sich der Meeresgrund in die Tiefe. Das beweisen die verschiedenen Tiefen des Meeres an der Küste von Holland, die flach ist; an der Küste der Normandie, die steil gegen das Meer abfällt, und an der Küste von Griechenland, die unmittelbar von Gebirgen gebildet wird. In der Nähe hoher Inseln senkt sich der Meeresgrund gleichfalls bedeutend hinab. Doch gibt es hievon viele Ausnahmen. Wir wollen in dieser Hinsicht nur die Flachen, niedrigen Ufer der Inseln der Südsee anführen, die demungeachtet ein tiefes, unergründliches Meer um sich haben. Die verschiedenen Tiefen, in welchen der Meeresgrund liegt, sowohl in verschiedenen Meeren auf hoher See, als näher und entfernter von Contingenten oder Inseln, sind durch zahlreiche Peilungen der Seefahrer ausgemittelt worden.

Bei Binnenmeeren liegt der Grund nicht sehr tief unter dem Wasserspiegel. In der Mitte der Ostsee liegt er durchschnittlich 180 bis 240 Fuss darunter; in der Nordsee nicht über 600 Fuss. Die in diesem Meere in einer Länge von 354 engl. Meilen von Nord nach Süd sich erstreckende Doggerbank, so wie eine Bank, die sich von der dänischen Küste auf 110 engl. Meilen Länge in nordwestlicher Richtung hinzieht, erscheinen als untermeerische Höhenzüge.

Das nördliche Polarmeer scheint nicht über 1800 Fuss tief zu sein, das südliche dagegen weit über 12.000 Fuss, jedenfalls an mehreren Stellen, in welchen in dieser Tiefe der Grund nicht erreicht worden ist.

Capitain J. Ross fand auf seiner letzten antarctischen Reise 1839—1842, 900 Meilen westlich von St. Helena, bei einer Peilung mit einem Senkblei von 450 Pfunden, eine Tiefe von 30.000 engl. Fuss oder 9143 Meter. Diese Tiefe übertrifft die Höhe der höchsten gemessenen Berggipfel des Jawahir (= 7848 Meter) und des Dhawalagiri (= 8558 Meter.).

Weiter vom Lande entfernt, zeigt der Meeresgrund nicht mehr jene Uebereinstimmung mit dem festen Lande, das die Ufer bildet, und die Erhebungen desselben, die bis über den Spiegel des Oceans emporsteigen und als Inseln erscheinen, dürfen nicht durchaus als Fortsetzungen der Erhebungen des Landes, als Verbindungen der Gebirgszüge unter dem Meere fort, betrachtet werden.

Eine grosse Anzahl der im weiten Ocean zerstreuten Inseln steht in gar keiner Verbindung mit Gebirgen des Festlandes, wohl aber stehen viele in einer sehr bestimmten Verbindung unter einander, und insbesondere ist dieses der Fall bei der grossen Zahl vulcanischer Inseln, die häufig in Reihen fortliegen. Hierher gehören: die Reihe der Antillen, der Molucken, der Philippinen, Kurilen, der Sunda-Inseln und noch einige andere Reihen von Inseln, welche durchaus mit keinem Gebirge des Festlandes in Verbindung gebracht werden können, wenn man nicht offenbar der Natur Zwang anthun will.

Vergleicht man endlich die Erhöhungen, welche man häufig auf dem Meeresboden trifft, und welche unter dem Namen der *Sandbänke* bekannt sind, mit den Gebirgen des festen Landes, so stellt sich ein bedeutender Unterschied heraus. Die Sandbänke erheben sich nie plötzlich, sie haben eine grosse Ausdehnung in der Länge und Breite, laufen in geringen Krümmungen auf weite Strecken durch die Meere hin, sind aber sehr verflächt, und senken sich nach allen Seiten ganz allmählig in das tiefe Meer. Gute Seekarten der Nordsee, dieses durch grosse Sandbänke ausgezeichneten Meeres, können hinlänglich von dem Gesagten überzeugen. Welche geringe Breite würden, mit diesen Sandbänken verglichen, die Alpen haben, und welche ausserordentliche Abwechselung der Höhen!

Von einer besonderen Beschaffenheit sind die Unebenheiten des Meeresgrundes, welche durch die Lithophyten, die corallenerzeugenden Polypen gebildet werden, Erhöhungen, welche oftmals über die Oberfläche des Meeres hervorragen, *Corallen-Inseln* genannt und später beschrieben werden. Strömungen führen an einzelnen Stellen auf dem Meeresgrunde Anhäufungen von Conchylienmassen, von Schlamm und Sand zusammen.

Alles, was wir indessen bisher über die Beschaffenheit des Meeresgrundes erfahren haben, bietet zusammen genommen, nur ein sehr unvollständiges Bild dar. Die Untersuchungen durch das Senkblei und die Taucherglocke sind dürftig und unsicher. Was wir aus Meeresströmungen und Inselgruppen folgern, gibt nur unvollkommenen Aufschluss über den suboceanischen Theil der Erdrinde.

Structur der Gebirgsmassen.

Keine Gebirgsmasse ist ungetheilt, oder erscheint als Continuum. Eine jede derselben ist durch Spalten, welche sie in bestimmten Richtungen durchsetzen, in kleinere Theile abgetheilt, die zu einem grösseren Ganzen verbunden sind. Wir bezeichnen dieses Verhältniss mit dem Namen *Structur.*

Die Spalten, welche die Gebirgsmassen durchziehen, schneiden sich häufig unter gewissen Winkeln, und es laufen dann immer zwei oder mehrere mit einander parallel, so dass das Ganze in polyedrische Stücke abgetheilt erscheint. Die einzelnen abgesonderten Stücke haben in der Regel eine parallelepipedische Gestalt, und die Parallelepipeden sind bald rechtwinkelig, bald schiefwinkelig. Auch werden durch die Spalten wahre Prismen gebildet, die, wenn ihre Höhe unbedeutend ist, das Ansehen von Tafeln oder Platten haben.

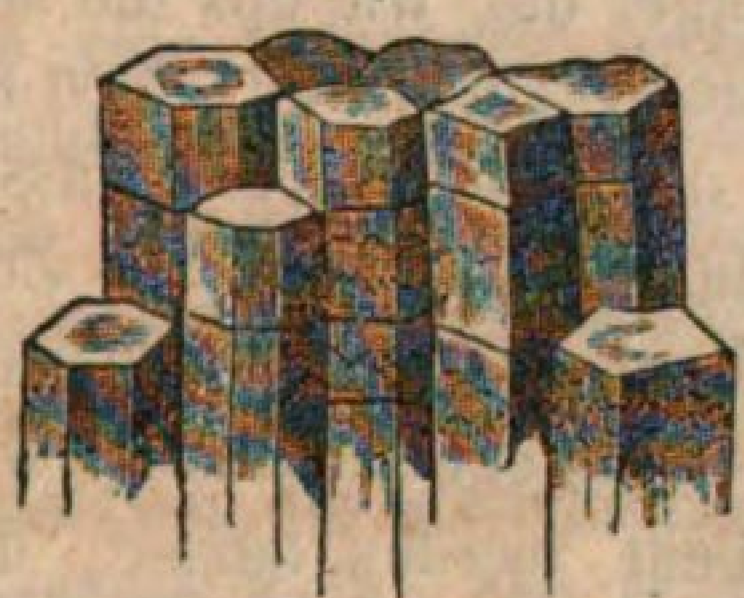
Die *parallelepipedische* Structur ist die gewöhnlichste. Gebirgsmassen, welche aus Granit, Gneis, Weisstein, Kalkstein, Syenit, Thonschiefer u. s. w. zusammengesetzt sind, zeigen sie in der Regel auf eine ausgezeichnete Weise. Es scheint, dass das Feldspath-Parallelepipedum in der Structur der Gebirgsmassen, die aus Feldspath-Gesteinen bestehen, immer noch angedeutet ist. Am auffallendsten ist dies bei granitischen Massen, für welche die *Schnarcher Klippen* bei Schierke am Harz als ein sprechendes Beispiel angeführt werden können. Es sind diese beiden interessanten Felsen so regelmässig aus schiefwinkeligen Parallelepipeden zusammengesetzt, dass ihr Anblick den Eindruck einer durch Menschenhand errichteten Construction macht.



Sandsteine sieht man gemeiniglich in rechtwinkelige Parallelepipeden abgetheilt, die Würfeln oft nahe kommen, häufig auch tafelartig sind. Man kann keine ausgezeichnetere cubische Absonderung einer Gebirgsmasse sehen, als diejenige ist,

welche der Sandstein besitzt, der die Hauptmassen der sogenannten sächsischen Schweiz bildet, und am Sonnenstein, Königstein, an den Felsen der Bastey u. s. w., im Elbthale unfern Dresden, auftritt. Die grossen Gebirgsmassen, welche der rothe Sandstein am Schwarzwalde, in den Vogesen, im Odenwald und Spessart zusammensetzt, sind durchgehends in rechtwinkelige Tafeln abgetheilt. Gebirgsmassen, die aus Quarzfels, Kieselschiefer, Thonschiefer, Kalkstein bestehen, zeigen nicht selten eine Structur, welche einer rhomboedrischen nahe kommt. Chloritschiefer-, Talkschiefer-, Glimmerschiefermassen zeigen sich gewöhnlich in schiefwinkelige Tafeln getheilt.

Die *prismatische* Absonderung erscheint am ausgezeichnetsten bei basaltischen Gebirgsmassen, und ist auch denen eigen, die aus Klingstein, Dolerit, Grünstein, Pechstein und Trachyt bestehen. Die Prismen sind drei-, vier-, fünf-, sechs-, sieben- und achtseitig. Fünf- und sechsseitige erscheinen am häufigsten. Sie stehen gewöhnlich vertical, und schliessen so an einander, dass sie nur durch kleine Spalten getrennt sind.



Selten haben sie eine horizontale Lage und liegen gut geordnet über einander. Nur sehr selten haben sie eine fächerförmige Stellung. Manchmal durchsetzen feine Spalten die Prismen unter einem rechten Winkel. Hin und wieder hat einer der beiden auf einander passenden Theile eines gespaltenen Prisma's eine convexe Endfläche, welche in eine Concavität des anderen Theiles eingreift. Dadurch entstehen *articulirte* Prismen, die etwas Aehnliches mit der *Gelenkbildung* im organischen Reiche zeigen. Nirgends sieht man die prismatische Structur schöner, als bei den basaltischen Gebirgsmassen, insbesondere bei denen in der Gegend von *Linz* und vom *Mendeberg* bei *Königswinter* am Rhein, sodann vom *Stolpener* Berge in Sachsen, dessen Säulen bei 6 bis 20 Zoll Dicke, eine Länge von 30 bis 40 Fuss haben und in vielen Städten des Landes als natürliche Pfeiler und Ecksäulen benutzt werden. Ganz besonders zeichnen sich aber die basaltischen Massen an der Nordküste von Irland und auf den Hebriden aus. Der *Riesendamm* in Irland ist aus einer unzähligen Menge articulirter Prismen zusammengesetzt. An den Vorgebirgen Fairhead und Borgue

sieht man Basaltsäulen von hundert und fünfzig Fuss Höhe



und fünf Fuss Durchmesser. Regelmässigkeit und Symmetrie der Kunst sind in diesem erhabenen Felsengebäude mit der wilden Grösse und Pracht der Natur vereinigt.

Am Montmartre bei Paris zeigt sich die prismatische Structur selbst beim Gypse. Zu Nortwich in England beim Steinsalz.

Fragen wir nach den Ursachen einer so bestimmten Abtheilung, so kann es bei den nicht krystallinischen Massen wohl keine andere sein, als die Zusammenziehung derselben während ihres Festwerdens. Jede Zusammenziehung einer weichen Masse hat Sprünge oder Spalten zur Folge, die, wie uns die alltäglichste Beobachtung an geschmolzenen Steinen und selbst an austrocknenden Thonen lehrt, vermöge der Zähigkeit der Masse, auf eine gewisse Distanz in gerader Richtung fortsetzen. Die Zusammenziehung erfolgt nun nach drei Dimensionen, nach diesen entstehen also Spalten, und man sieht nunmehr leicht ein, wie durch sie das Ganze in Stücke abgetheilt werden müsse, die sich mehr oder weniger dem Würfel nähern.

Die Structur der Gebirgsmassen, die aus vollkommen krystallinischen Gesteinen zusammengesetzt sind, hängt vorzüglich von der chemischen Beschaffenheit der Gesteine ab. Das einfache Mineral, welches das krystallisische Gestein bildet, oder der characterisirende Gemengtheil eines zusammengesetzten Gesteines, übt seine Krystallationskraft über die ganze Gebirgsmasse aus. Die Zusammensetzungsstücke haben eine Gestalt, welche mit der Theilungsgestalt des einfachen Minerals oder des characterisirenden Gemengtheils eine nicht zu verkennende Aehnlichkeit hat. Der körnige Dolomit und Kalkstein, der Thonschiefer, der Granit und mehrere andere Gesteine beweisen diess.

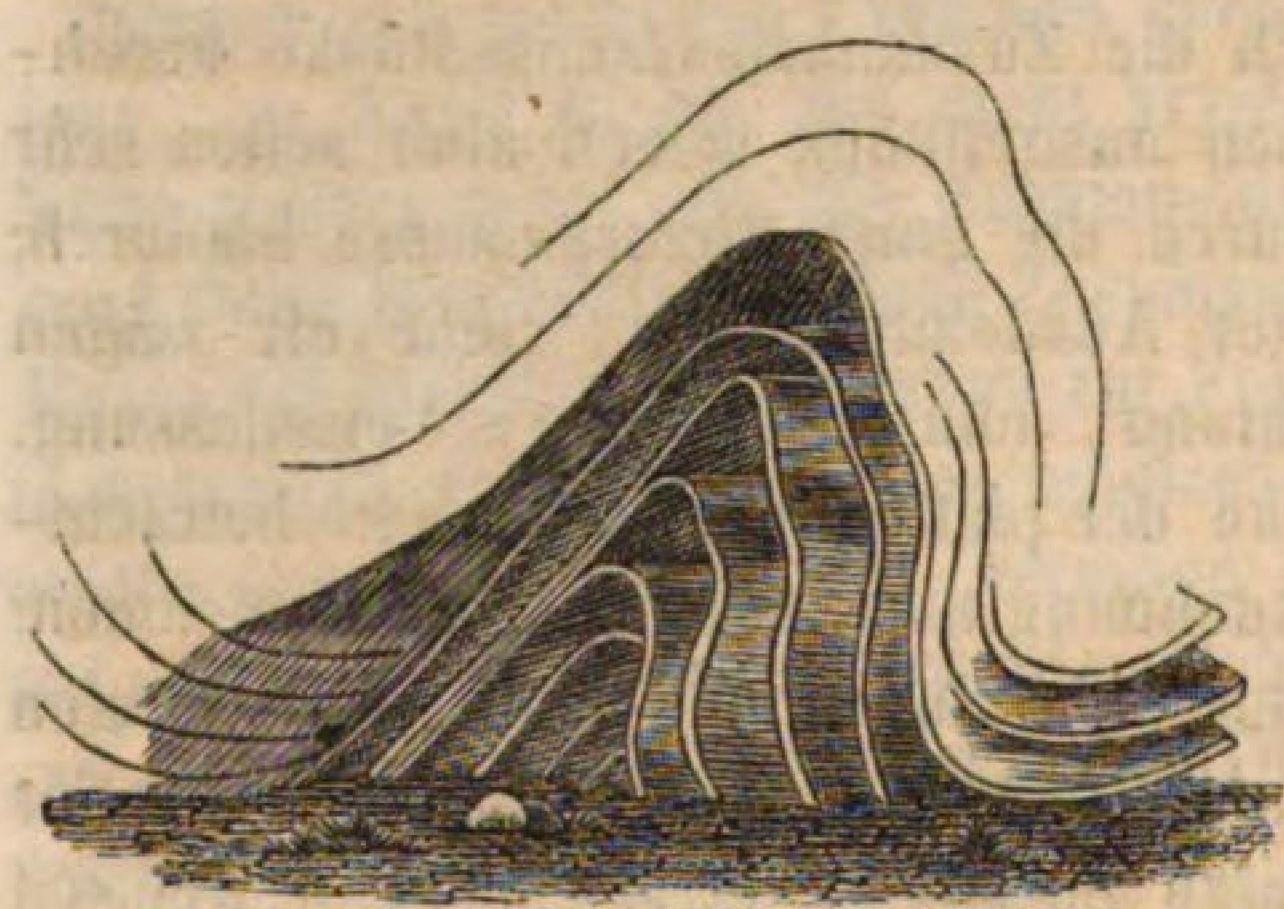
Um die Bildung der Prismen zu erklären, ist man genöthigt, anzunehmen, dass bei den Massen, welche in solche abgetheilt sind, die Tendenz zur Hervorbringung vertikaler Spalten über-

wiegend war. Dies ist bekanntlich bei vielen Massen der Fall, die vom feurigen Flusse in den festen Zustand übergehen, oder längere Zeit eine Durchglühung erleiden. Die cubischen Sandsteine erhalten im Hohofen eine prismatische Structur; Laven, Basanite, Basalte sind, wie schon bemerkt, vorzüglich prismatisch abgesondert, und dieses sind gerade solche Gesteine, welche sich einmal im feurigen Flusse befunden haben. Unter den regulären Polyedern, die so gestaltet sind, dass mehrere derselben unmittelbar an einander schliessen, erscheint das reguläre sechsseitige Prisma, welches bei den prismatisch abgesonderten Massen am häufigsten auftritt, als dasjenige, welches bei gleichem Umfange die grösste Oberfläche hat.

Eine sehr gewöhnliche Structur ist die *plattenförmige*, die durch ihre Benennung schon hinlänglich bezeichnet wird. Die Flächen, in welchen sich die Zusammensetzungsstücke berühren, sind sehr vollkommen ausgebildet, setzen aber selten sehr weit fort und niemals durch die ganze Gebirgsmasse hindurch, sobald diese von einiger Ausdehnung ist. Sehr oft zeigen sie eine veränderte Richtung, ohne erkennbare Veranlassung. Nicht selten ist die Stärke der plattenförmigen Stücke beträchtlich und ebenso die Ausdehnung nach den andern Dimensionen. Bisweilen sind die Platten sehr dünn und kaum von wenigen Quadratzollen Ausdehnung. Am ausgezeichnetsten zeigt der *Kalkstein* die plattenförmige Zusammensetzung. Beim weissen *körnigen* Kalk, den man *Marmor* nennt, sind die *plattenförmigen* Zusammensetzungsstücke oftmals von sehr ebenen Flächen begrenzt, auf denen nicht selten Glimmerblättchen liegen, wodurch sie eine noch grössere Auszeichnung erhalten. Bisweilen ist eine Anlage zu einer zweifachen plattenförmigen Zusammensetzung erkennbar, so dass bei gleicher Entwickelung beider, die Zusammensetzungsflächen sich durchschneiden würden. Es ist dies aber niemals der Fall; stets ist eine dieser Zusammensetzungen der andern untergeordnet, und bald hat die eine, bald die andere eine grössere Vollkommenheit.

Dichte Kalksteine, namentlich reine, noch etwas krystallinische, die an den scharfen Rändern der Bruchstücke einige Durchsichtigkeit besitzen, zeigen die plattenförmige Zusammensetzung nicht nur häufig, sondern auch sehr ausgezeichnet. Die Kalkplatten der Gegend von Eichstädt, (Sohlenhofen, Pappenheim und Kellheim) sind in Deutschlend das ausgezeich-

netste Beispiel in dieser Beziehung. Die Stärke der Platten ist sehr verschieden und ebenso die Ausdehnung. Manchmal endigen sie plötzlich in Massen, die eine ganz verschiedene Structur besitzen, aus unbestimmt eckigen Stücken zusammengesetzt sind und ins Dichte verlaufen; ebenso nehmen sie aber auch darin wieder ihren Anfang. Oefters laufen zwei Kalkplatten in ihrer Fortsetzung in Eins zusammen, und eine Platte theilt sich mitunter in zwei. Oftmals schneiden sich die Ebenen der plattenförmigen Zusammensetzungsstücke in Winkeln, die gewöhnlich dem rechten nahe kommen; zuweilen sind sie gebogen, gekrümmt, dann und wann wie *zusammengefaltet* und in einen Raum zusammengebracht, der von dem, welchen die auf einer Ebene ausgebreitete Masse einnehmen würde, um das Vielfache übertroffen wird.



Basaltmassen, obwohl meist säulenförmig, sind doch auch öfters mit grosser Deutlichkeit aus plattenförmigen Stücken zusammengesetzt. Die Structur-Flächen sind ziemlich eben, und die Platten liegen oft sehr regelmässig über einander. Auch *Porphyre* besitzen nicht selten eine deutliche plattenförmige Structur, bei welcher man indessen gewöhnlich wahrnimmt, dass sie häufig auf einmal aufhört und von neuem wieder anfängt. Die gleiche Structur zeigt auch der *Klingstein*. Sowohl bei diesem, als beim Porphyr, wechseln die Platten oft plötzlich ihre Richtung, so dass im Grossen daraus eine mehrfache Zusammensetzung entsteht.

Gar oft zeigt auch der *Granit* eine plattenförmige Zusammensetzung, wobei die einzelnen Stücke meistens ziemlich dick, häufig von sehr ebenen, doch nicht immer von ausgezeichneten Flächen begrenzt sind, und oft eine ansehnliche Ausdehnung haben. Freistehende Felsen eines deutlich plattenförmig zusammengesetzten Granits erhalten, durch Verwitterung angegriffen, das Ansehen von über einander gelegten Matrazen. Wenn die Stärke der Platten ziemlich gleich den anderen Dimensionen wird, so nähert sich diese Structur der

oben angeführten parallelepipedischen, oder der cubischen. S. 204.

Krystallinische, zusammengesetzte Gesteine, die als wesentlichen Gemengtheil *Glimmer, Chlorit* oder *Talk* enthalten, zeigen die plattenförmige Zusammensetzung in ausgezeichneter Weise. Gewöhnlich sind aber die Platten so mit einander verwachsen, dass die Zusammensetzungsfläche nicht deutlich ausgebildet ist.

Beim *Gneise* nimmt man besonders einen Parallelismus der Gemengtheile mit der Zusammensetzungsfläche wahr, wobei das Gestein sich deutlich parallel *gestreift* zeigt. Dieser Parallelismus, der nothwendig unmittelbar *vor* und *während* der Erstarrung oder des Festwerdens der Gesteinsmasse entstanden sein muss, von C. F. NAUMANN, der die Aufmerksamkeit besonders darauf lenkte (Karst. Arch. B. XII. H. 1. S. 23), *Linea-Parallelismus* genannt, deutet darauf hin, dass das noch weiche, zähflüssige Gestein eine *Dehnung* oder *Streckung* erlitten hat. Dieselbe Streckung zeigt sich auch bisweilen am *Syenit*, bei dem sie durch einen Parallelismus der Hauptaxen der Hornblendekrystalle ausgesprochen ist, und auch bei den *Graniten* von streifiger Structur (Granit veiné von DE SAUSTURE), sowie bei vielen anderen Gesteinen. Wir werden bei der Betrachtung der Verhältnisse der *Schichtung* auf diese wichtige Thatsache der *Streckung* zurückkommen.

Der grösste Theil der schieferigen Gebirgsmassen zeigt neben der Haupt-Zusammensetzungsfläche noch zwei andere senkrecht oder beinahe senkrecht auf dieselbe gehende Zusammensetzungsflächen von ausgezeichneter Beschaffenheit, die sich rechtwinkelig oder schiefwinkelig durchschneiden und wodurch cubische, cuboidische oder rhomboëdrische Stücke gebildet werden. Diese Structur sieht man beim Gneis sehr oft, und namentlich sehr schön ausgebildet beim Thonschiefer.

Wir haben bisher nur von eckigen Stücken gesprochen, aus welchen sich die Gebirgsmassen zusammengesetzt zeigen. Es sind indessen die Zusammensetzungs-Stücke nicht immer eckig; gar oft erscheinen sie gerundet, zuweilen als ziemlich vollkommene Kugeln, oder als Sphäroide und Ellipsoide. Diess setzt eine Zusammensetzung aus gebogenen, concentrisch scha-

ligen Stücken voraus. Wir wollen diese Structur die *kugelige* nennen. Mehrere krystallinische Gebirgsmassen zeigen sie auf eine ausgezeichnete Weise, und zwar gerade wieder jene Massen, bei welchen wir oben eine ausgezeichnete parallelepipedische oder prismatische Structur wahrgenommen haben. Als Beispiele kann man anführen: Die Auflösung in Kugeln, welche die Granitparallelepipeden an der Luft erleiden, und die bei denselben manchmal schon im frischen Zustande durch feine Risse angedeutet ist; den Kugelgranit des Kynastes in Schlesien, die Kugeldiorite, die Kugelporphyre und die Kugeln, in welche die grösseren basaltischen und dioritischen Massen zerfallen. Saussure hat in der Nähe von Hières in der Provence einen Kalkberg aus lauter Kugeln von Kalkspath zusammengesetzt gesehen. Die Kugelbildung kann entweder nach vorangegangener *Schmelzung* entstanden sein, wie offenbar beim Pechstein, Perlstein, Obsidian; oder bei Ausscheidungen aus Flüssigkeiten, durch eine Art von *Gerinnung*, wie bei Kalken und bei manchen Porphyren, welche wasserhaltige Mineralien in den Kugeln einschliessen.

Ausser den Spalten, welche die Gebirgsmassen in regelmässige Polyeder abtheilen, durchsetzen dieselben auch noch andere in unbestimmten Richtungen. Sie zertheilen die Massen in unregelmässige Stücke, und erscheinen selbst innerhalb der regelmässigen Zusammmensetzungs-Stücke. Sie stehen in keinem Zusammenhange mit der Natur des Gesteins und sind zufällig. Wir nennen diese Spalten *Klüfte*, und unterscheiden diese unregelmässige Zertheilung mit dem Worte *Zerklüftung*.

Von der Schichtung.

Unter Schichtung versteht man dasjenige Structurverhältniss, durch welches die einzelnen von einander getrennten plattenförmigen Stücke gruppirt werden, so dass ihre Zusammensetzungsflächen ein Continuum bilden und in bedeutender Erstreckung durch das Gebirge in *eine Ebene* fallen. Am ausgezeichnetsten erscheint dies Verhältniss bei den Gebirgsmassen, welche in Parallelepipeden abgetheilt sind, insbesondere, wenn diese eine tafelförmige Gestalt haben. Die grösseren Flächen sämmtlicher Tafeln laufen mit einander parallel, stossen an einander und bilden so eine grosse ausgedehnte *Schichtungs-*

fläche. Eine Lage so gruppirter Tafeln liegt über der anderen, und die ganze Gebirgsmasse erscheint in grosse Platten abgetheilt, zwischen welchen durch, die Schichtungsspalten unter sich parallel fortlaufen. Die Theile der Masse, welche zwischen diesen Spalten liegen, nennt man *Schichten*, und von der Gebirgsmasse selbst sagt man: sie sei *geschichtet.*

Ausgehendes nennt man die an der Oberfläche eines Berges erscheinende Schichtung, und *Schichtenköpfe* die hervorragenden Theile der einzelnen Schichten.

Man hat bei geschichteten Gebirgsmassen vornämlich zu betrachten die Richtung der Schichten, ihre Neigung, ihre Stärke und die Veränderungen, welche sie in der Richtung und Neigung erleiden.

Gewöhnlich sind die Schichtungsflächen ziemlich eben. Betrachtet man sie als Ebenen, so wird ihre Richtung durch eine Horizontale bestimmt werden können, die man auf ihnen zieht. Das Verhältniss dieser Linie zum Meridian gibt die Richtung genau an. Man nennt dieses Verhalten der Richtung der Schichten zum Meridian das *Streichen.* Die Bestimmung des Streichens geschieht vermittelst des Compasses.

Der Compass, welchen der Geognost und Bergmann gebraucht, hat folgende Einrichtung: Im Mittelpuncte der Grundfläche eines zwei bis vier Zoll im Durchmesser habenden und einen halben bis einen Zoll hohen, messingenen, hohlen Cylinders erhebt sich senkrecht ein spitziger Stift, auf welchem sich die Magnetnadel, welche in der Mitte mit einem Hütchen versehen ist, und deren beide Enden verschieden bezeichnet sind, frei drehen kann.

Die Nadel muss sich auf dem Stifte leicht, sanft und ganz gleichförmig bewegen. An der inneren Seitenfläche des hohlen Cylinders wird in einiger Entfernung vom Boden und parallel mit diesem der Kreis oder der *Stundenring* befestigt. Darauf ist, statt der gewöhnlichen Eintheilung, häufig die bergmännische angebracht. Der Kreis ist nämlich in zwei Hälften getheilt und hat eine weitere Eintheilung in Stunden. Jede Stunde ist $= 15^\circ$ und weiter in 8 Theile abgetheilt, von denen einer $1^\circ\ 52', 5$ beträgt. Auf dem Boden des Cylinders schneiden sich zwei Durchmesser winkelrecht. Den einen nimmt man für die Richtung der Magnetnadel an und bezeichnet seine Endpuncte mit S. und N. Die Endpuncte des zweiten

Durchmessers werden mit O. und W. bezeichnet, doch so, dass dahin, wo sonst beim gewöhnlichen Compasse O. zu stehen pflegt, W., und umgekehrt an die Stelle von W., O. gesetzt wird. Ueber den Puncten S. und N. befindet sich 12; über dem Puncte O. und W., 6. Neben 12 bei N. steht ostwärts 1, 2 u. s. w., und die Stunden wachsen bis S.; ebenso steht neben S., westwärts 1 u. s. w., und die Stunden wachsen auch hier bis N. Soll nun das Streichen einer Schicht bestimmt werden, so bringt man die Linie, an deren Endpuncten sich S. und N. befinden, in die Richtung der Schicht; die Stunde, auf welche die Nadel dann einspielt, zeigt an, um wie viel die Richtung der Schicht von der Mittagslinie abweiche.

Der Geognost bedient sich mit Vortheil eines Compasses, der die Form einer Taschenuhr hat.

Unter der *Neigung* einer Schicht versteht man den Winkel, den sie mit dem Horizont macht. Man gebraucht dafür häufig die Ausdrücke *Fallen*, *Einfallen*, *Einschiessen* der Schichten. Nur selten liegen die Schichten vollkommen horizontal oder *söhlig*. Gewöhnlich sind sie mehr oder weniger geneigt. Man findet alle Modificationen bis zur verticalen Stellung. In diesem Falle sagt der Bergmann, dass sie *seiger* oder *auf dem Kopfe* stehen. Diese Neigung der Schichten wird mit einem *Gradbogen* gemessen, der auf dem Compasse selbst angebracht ist. Er besteht aus einem Halbkreise und ist in zweimal 90° eingetheilt. An beiden Enden steht 90°, in der Mitte 0°. Ein im Centrum des Kreises aufgehängter Senkel gibt den Neigungswinkel an.

Bei der Bestimmung des Neigungswinkels einer Schicht soll die *allgemeine* Neigung derselben genommen werden. Diese erhält man indessen nicht, wenn man das Instrument unmittelbar auf einen Theil der Schicht setzt, weil keine Schicht eine vollkommene Ebene bildet, sondern jederzeit Unebenheiten auf ihrer Oberfläche zeigt, die an diesem Theile grösser, an einem andern wieder kleiner sind. Besser ist es, sich in einige Entfernung von der Schicht zu stellen und das Instrument auf einen Stock anzusetzen, den man parallel mit der allgemeinen Neigung hält. Das Auge findet den Parallelismus leicht, und die Bestimmung erhält jenen Grad der Genauigkeit, den der wahre Geognost bedarf, der nicht mit Aengstlichkeit das

Fallen nach einzelnen Graden zu messen braucht. Anders ist es bei dem Bergmanne. Dieser muss Behufs des Markscheidens mit aller Genauigkeit verfahren und auf einzelne Grade sehen.

Es ist indessen nicht genug, die Stärke des Einfallens bestimmt zu haben, es muss auch die Weltgegend bemerkt werden, nach welcher die Schichten fallen. Der Punct am Horizont, gegen welchen die Schicht geneigt ist, liegt immer 90° oder 6 Compass-Stunden von der Streichungslinie entfernt. Ist daher bestimmt, dass eine Schicht z. B. St. 3 streicht, so kann sie in der Richtung von Stunde 9 nach S.O. oder N.W. fallen. Hält man nun den Compass so, dass die Magnetlinie parallel mit der Falllinie ist, so bezeichnet der Winkel, welchen die Nadel angiebt, die Richtung des Fallens. Man hat indessen auch dies nicht nöthig, wenn man bei der Bestimmung des Streichens genau beobachtet, ob die Schicht zur Rechten oder Linken der Richtung des Streichens (das Gesicht nach Norden gewendet) verflächt, und dann die rechts oder links liegende Kreuzstunde, nebst den Weltgegenden, zwischen welchen sie liegt, aufsucht.

Im Flachlande fallen die Schichten gemeiniglich schwach ein. Am Fusse von Gebirgen, im Berg- und Hügellande findet man sie häufig stark aufgerichtet. Im Innern der Gebirge zeigen sich die verschiedensten Neigungen und nicht selten seigere Schichten.

Die *Stärke* der Schichten, welche der Bergmann mit *Mächtigkeit* bezeichnet, wird durch die Entfernung der Schichtungs-Spalten bestimmt und zeigt grosse Verschiedenheiten. Man sieht Schichten von der Dicke einiger Linien bis zur Stärke von mehreren Klaftern. Wächst die Mächtigkeit der Schichten über einen Fuss an, so nennt man sie *Bänke.*

Nicht selten sieht man gekrümmte Schichten, oder solche, die bedeutende Windungen machen, so dass es manchmal schwer ist, eine Hauptrichtung derselben anzugeben. Bei kleineren Biegungen kann dies noch geschehen, man kann die partiellen Richtungen von der Hauptrichtung unterscheiden. Vollkommen gebogene Schichten, wie man sie öfters im Alpengebirge antrifft, verändern ihre Richtung fortwährend. Von diesen kann nur bemerkt werden, ob die Biegung vollkommen geschlossen oder offen ist, und welcher Krümmungsart sich die Biegung nähert.

Es ist von grosser Wichtigkeit, die *Schichtungsspalten* gehörig zu erkennen und sie von den der *Structur* angehörigen *Zusammensetzungsflächen*, so wie von zufälligen *Klüften*, zu unterscheiden. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie auf grosse Erstreckung durch die ganze Gebirgsmasse hindurch fortsetzen, soweit sich dieselbe erstreckt, und durchaus bei allen Biegungen den Parallelismus unter einander beibehalten. Sie laufen auch parallel mit der Oberfläche derjenigen Masse, auf welcher sie ruhen, da sie das Product einer regelmässigen aus Wasser erfolgten *Sediment-* oder *Bodensatz*-Bildung sind. Diese erfolgt *absatzweise*, eine Lage nach der anderen, so dass zwischen der Ablagerung eines Bodensatzes und eines darauf folgenden, eine *Unterbrechung* besteht und ein Stillstand in der Bildung stattfindet. Dadurch entstehen vollkommen *getrennte* Schichten, eine über der anderen, *stratum super stratum*, in horizontaler Lage, ohne dass je eine Schicht in die andere verläuft. Abweichungen von der horizontalen Lage, Biegungen, Zusammenstossen der Schichten unter Winkeln, sind Beweise von Veränderungen, welche dieselben später erlitten haben. Oftmals sind auch Klüfte unter einander in einem anscheinenden Parallelismus, und diese selbst grösser als die eigentlichen Schichtungs-Spalten; oder aber man gewahrt diese nicht leicht, weil sie durch Thon, Lehm, Kalksinter u. s. w. überkleidet sind. Dann geben die gewöhnlichen Zwischenlagen von Thon, Letten oder Mergel, sowie die in den Schichten eingeschlossenen fremden Substanzen, organischen Ueberreste, Bruchstücke von Gesteinen, Geschiebe und Gerölle Auskunft, da sie fast durchgehends in den Schichten in derselben Richtung verbreitet liegen, in welcher sich die Schichtungs-Spalten hinziehen.

Die meisten *Thonschiefer*, und insbesondere die *Dachschiefer*, besitzen eine von der *Schichtung* unabhängige *Structur*, bei welcher die Zusammensetzungsflächen das Gestein in Richtungen durchziehen, welche von der Richtung der Schichtungsflächen in denmehrsten Fällen abweichen. Die dadurch bedingte Theilbarkeit der Schiefer zeigt sich auf zweifache Art: sie ist nämlich entweder weniger vollkommen und nur so ausgebildet, dass sie eine *Spaltung* des Gesteins in parallele Blätter *zulässt*, oder so vollkommen vorhanden, dass das Gestein in deutlich wahr-

nehmbare Blätter, in der Richtung der Zusammensetzungsflächen wirklich schon *getheilt* erscheint.

Diese *Structurverhältnisse*, die man auch, obwohl ziemlich unpassend, *falsche Schichtung* genannt hat, erschweren die Bestimmung der *wahren Schichtung* oftmals ausserordentlich und lassen einige Zeit im Zweifel, welches die Schichtungsflächen und welches die Structurflächen sind. Diese werden auch als *Schieferung*, von der *Schichtung* unterschieden; die Schieferbrecher unterscheiden in dieser Beziehung „*Spalt*“ und „*Lager*“, die bisweilen zusammen fallen.

Die krystallinischen schieferigen Gesteine, *Gneis, Glimmerschiefer, Chloritschiefer, Talkschiefer, Hornblendeschiefer* u. e. a. besitzen eine ausgezeichnete plattenförmige Structur, S. 209, und haben häufig das Ansehen *geschichteter* Massen; die wirkliche Schichtung kann aber bei denselben nicht nachgewiesen werden. Die Blätter sind nicht vollkommen von einander getrennt, sie sind vielmehr oftmals durch die ganze Masse hindurch fest verwachsen, stossen häufig zusammen, setzen auch gar oft an einem Puncte auf einmal ab und beginnen an einem anderen auf einmal wieder. Es fehlen diesen schieferigen Gesteinen alle Eigenschaften der Sedimente oder Bodensatzbildungen.

Mit dem Verhältniss ihrer Structur ist häufig auch dasjenige der *Dehnung* oder *Streckung* verbunden, S. 209. Die nach *einer* Richtung gestreckte Form und Lage aller oder einiger Gemengtheile jener Gesteine, und die dadurch vorhandene Streifung derselben, ist sehr unrichtig für eine Anzeige der Schichtung gehalten worden.

Was das Verhalten der Schichten zur Gebirgsmasse betrifft, so sind die Schichtungsebenen manchmal parallel mit den Hauptcontouren des Gebirges. Weit öfter aber ist er der Fall, dass ihr Neigungswinkel ein anderer ist, als der, den der Abfall der Gebirgsmasse mit dem Horizont macht. Gar oft ist auch die Neigung der Schichten gegen den Abfall einer Gebirgsmasse gerichtet, und die Schichten fallen in den Berg hinein.

Häufig stimmt das Hauptstreichen der Schichten mit der Hauptrichtung, mit der vorwaltenden Längenausdehnung der Gebirge überein. Mehrere Kettengebirge zeigen dieses Verhältniss auf eine entschiedene Weise. Palassou und Charpentier haben es bei den Pyrenäen beobachtet, Saussure,

Ebel, Escher und Andere im Alpengebirge, von Buch und Hausmann im Scandinavischen, Boué im Schottischen, Raumer und Goldfuss im Riesen- und Fichtelgebirge, Kupffer am Ural, Maclure in den Alleghanys u. s. w. Diese Uebereinstimmung der Streichungslinie der Schichten mit der Hauptrichtung der Gebirgsmassen zeigt sich im Hügellande und in bergigen Gegenden, eben so deutlich als im grossen viele Meilen weit fortziehenden Gebirge. Man findet indessen auch nicht selten, dass die Richtung der Schichten die Richtung des Gebirges schneidet. Dies ist besonders der Fall im Innern der Gebirge da wo *geschichtete* Massen mit *ungeschichteten* in unmittelbarer Berührung stehen, oder ganz in deren Nähe vorkommen. Davon kann man sich in den südlichen Vogesen und an vielen Stellen im Schwarzwalde überzeugen. Das geschichtete Gebirge folgt hier allen Biegungen der ungeschichteten Massen, und diese sind es überhaupt, welche den wesentlichsten Einfluss auf die Richtung der Schichten ausüben. Sie machen gewöhnlich den Kern aus, um welchen herum die geschichteten Massen gruppirt sind. In einerlei Richtung fortziehende Hügel, Berge oder grössere Gebirgsmassen, zeigen in der Regel auch eine gleichförmige Schichtenstellung, die so lange unverändert dieselbe bleibt, als die Massen selbst ihre Hauptrichtung nicht ändern. Bei parallel laufenden Gebirgsketten hat man gewöhnlich auch die Erscheinung parallel laufender Streichungslinien der Schichten. In diesen Schichtenstellungen erkannte der Scharfsinn Leopold von Buch's die Richtungen von Hebungen, von mächtigen Spalten, welche durch eine von Innen heraus wirkende Kraft in der Erdkruste aufgerissen wurden und durch welche massige, ungeschichtete Gebirgsmassen aus dem Erdinnern herauf an die Oberfläche gestiegen sind. Die häufig aufgerichteten, mannigfaltig gekrümmten, gewundenen und geknickten Schichten, so wie die Veränderungen, welche die geschichteten Gesteine erlitten haben, deuten die mächtigen Einwirkungen an, welche die aufsteigenden Massen *mechanisch*, durch Sprengungen und Spaltenbildungen, so wie *chemisch*, durch Umänderungen des chemischen Bestandes, auf dieselben ausgeübt haben.

Von der Lagerung.

Wir haben bisher die Gebirgsmassen für sich betrachtet, ohne auf ihr Verhältniss zu einander Rücksicht zu nehmen. Nunmehr gehen wir zur Untersuchung über, wie sich die Gebirgsmassen zu einander verhalten, und dieses Verhältniss bezeichnet man mit dem Namen *Lagerung*. *Gebirgslager* nennt man eine Gebirgsmasse von einer gewissen Ausdehnung und inneren Beschaffenheit. Die *Ausdehnung* der Gebirgslager ist so sehr verschieden, dass darüber nichts Allgemeines angegeben werden kann. Was die innere Beschaffenheit der Gebirgslager angeht, so finden wir, dass dieselben bald aus einem Gesteine, bald aus mehreren Gesteinen bestehen, und theils geschichtet, theils ungeschichtet sind. Ein und dasselbe Gebirgslager behält seinen Zusammenhang oftmals auf weite Strecken, oft ist es aber auch, und nicht selten vielfach, unterbrochen. Thäler und zwischenliegende, fremdartige Massen, trennen seinen Zusammenhang oft mehrmals auf kleinen Strecken. Das ursprüngliche Ansehen, die erste Gestaltung der Gebirgslager wird so auf verschiedene Weise verändert, und gerade diese Unterbrechungen, die damit in Verbindung stehenden zahlreichen Veränderungen der Form eines Gebirgslagers, tragen wesentlich zur Mannigfaltigkeit der Gebirgsformen bei. Auf grosse Strecken zusammenhängende, vollkommen gleichartige Gebirgslager ertheilen den Gebirgen häufig eine unangenehme Einförmigkeit.

Verknüpfung der Gebirgslager.

Wir sehen verschiedene Gebirgslager entweder in unmittelbarer Berührung mit einander, oder durch ein Zwischenlager verbunden, oder endlich ganz von einander getrennt. Stehen zwei Gebirgslager in unmittelbarer Berührung, so ist nicht selten ihr Streichen und Fallen das nämliche; gar oft haben sie ein gleiches Streichen, aber ein verschiedenes Einfallen, und manchmal stimmen sie weder im Streichen, noch im Fallen überein.

Is ein Gebirgslager von einem andern *umgeben*, so ragt es oft oben noch hervor, und es hat den Anschein, als wäre das hervorragende aufgelagert. Auch wenn ein Gebirgslager von einem anderen ganz *umschlossen* ist, tritt der Fall ein, dass

das umschlossene in der Höhe hervorragt, dann nämlich, wenn das umschliessende Gebirgslager durch den Einfluss der Witterung mehr leidet, als das umschlossene Lager. Jenes wird nach und nach zerstört, während das eingeschlossene Gebirgslager dem Einflusse der Atmosphärilien stärker widersteht. Es hebt sich scheinbar immer mehr heraus, indem die umgebende Masse erniedrigt wird, und bildet über dieser endlich eine Kuppe oder einen Buckel, der wie aufgesetzt aussieht (WERNER's *buckelförmige Lagerung*). Grünsteine, Porphyre, Granite, Basalte, Trachyte und Serpentine erscheinen oft in solchen Kuppen, wenn sie in schieferigen Gesteinen liegen. Ein ausgezeichnetes Beispiel einer solchen Lagerung bietet der Taberg in Mânsarps-Kirchspiel in Småland dar.

Schreitet die Zerstörung des umschliessenden Lagers weiter fort, so erscheint es in einer gewissen Periode wie ein *Mantel*, der das innere Lager umgibt (*Mantelförmige Lagerung*).

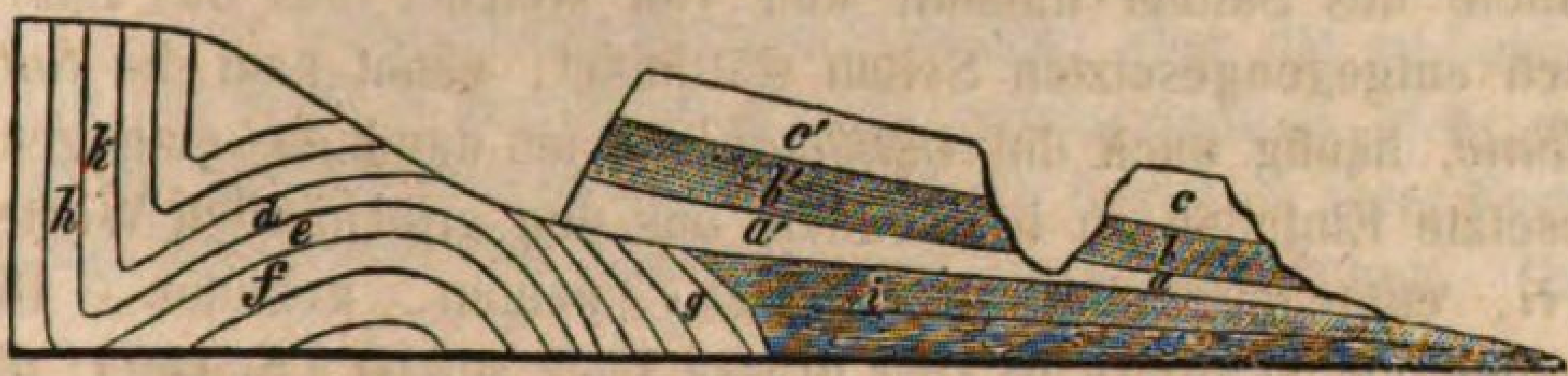
Das umschlossene Gebirgslager hat gewöhnlich ziemlich gleiche Dimensionen und ist nicht selten mehr oder weniger gerundet. Man findet zuweilen mehrere solcher Lager aneinander gereihet. Meistens bestehen sie aus ungeschichteten Massen, um welche sich die geschichteten Massen anlegen, allen Biegungen derselben folgend.

Ist die Ebene, in welcher sich zwei Gebirgslager berühren, horizontal, so erscheint ein Gebirgslager *auf* das andere *gelagert*. Man nennt daher diese Art der Verknüpfung die *Auflagerung*. Ist die Berührungsebene aber geneigt, so erscheint ein Gebirgslager *an* das andere *gelagert*, die Verknüpfung erscheint als eine *Aneinanderlagerung*, insbesondere, wenn der Neigungswinkel beträchtlich ist.

Liegen zwei Gebirgsmassen aufeinander oder aneinander, so heisst man diejenige von ihnen, welche die andere trägt, oder ihr als Stützpunct dient, das *Liegende*, und sagt, dass sie jene *unterteufe*, dass heisst, sich *unter* dieselbe einsenke. Diese ursprünglich *bergmännischen* Ausdrücke sind in die *geognostische* Nomenclatur aufgenommen worden und werden in Deutschland beinahe allgemein zur Bezeichnung der erwähnten Lagerungsverhältnisse angewendet. Stehen deutlich geschichtete Gebirgslager mit einander in Berührung, so fällt die richtige Bestimmung des Unterteufungsverhältnisses gewöhn-

lich nicht schwer, wenn man so glücklich ist, Entblössungen der Lager, das Ausgehende derselben, zu beobachten. Man muss daher sorgfältig an Abhängen, in Thälern, Wasserrissen, Flussbetten, an der Meeresküste u. s. w. entblösste Stellen aufsuchen, und insbesondere da, wo Bergbau getrieben wird, die Aufschlüsse benützen, die dieser bietet.

Untenstehende Figur wird die wichtigsten Lagerungsverhältnisse anschaulich machen.



Die horizontal übereinander liegenden Massen *a*, *b*, *c*, zeigen das einfache Verhältniss der *Auflagerung*. Die Schicht oder Gebirgsmasse *a*, welche sich unter b befindet, ist das *Liegende* desselben; was darauf ruht, das *Hangende*. Massen, deren Schichten parallel sind und daher ein gleiches Streichen und Fallen haben, zeigen *gleichförmige Lagerung*; sind dagegen die Schichten nicht parallel, wie bei *a* und *g*, so ist die Lagerung eine *ungleichförmige*. Die unteren, *liegenden* Schichten sind in dem Zeitraum, welcher zwischen ihrer Bildung und dem Absatz der darauf ruhenden verstrich, aus der ursprünglichen *horizontalen* Lage, in eine gegen den Horizont *geneigte* versetzt worden. Das Gebirgslager *a à*, welches auf zwei älteren Lagern *i* und *g* ruht, zeigt das Verhältniss der *übergreifenden* Lagerung.

Figur 4 auf Tafel V stellt eine Verknüpfung von mehreren Gebirgslagern aus den Umgebungen von Lahr im Breisgau dar. Man sieht den cubisch abgesonderten rothen Sandstein des Berges Altvater sich schwach gegen Westen einsenken, und darauf den Keuper, Lias und Rogenstein, die weit stärker einfallen, gleichförmig unter sich, aber ungleichförmig auf den Sandstein, gelagert. Auch der tertiäre Kalk des Lindenberges ist ungleichförmig auf den Rogenstein gelagert.

Bilden die Schichten eines Gebirgslagers nach abwärts gekehrte Krümmungen, wie *h e*, *k d*, welche Vertiefungen in der Erdoberfläche entsprechen, so nennt man diese Stellung die *muldenförmige*, und sagt: die Schichten der Masse bilden

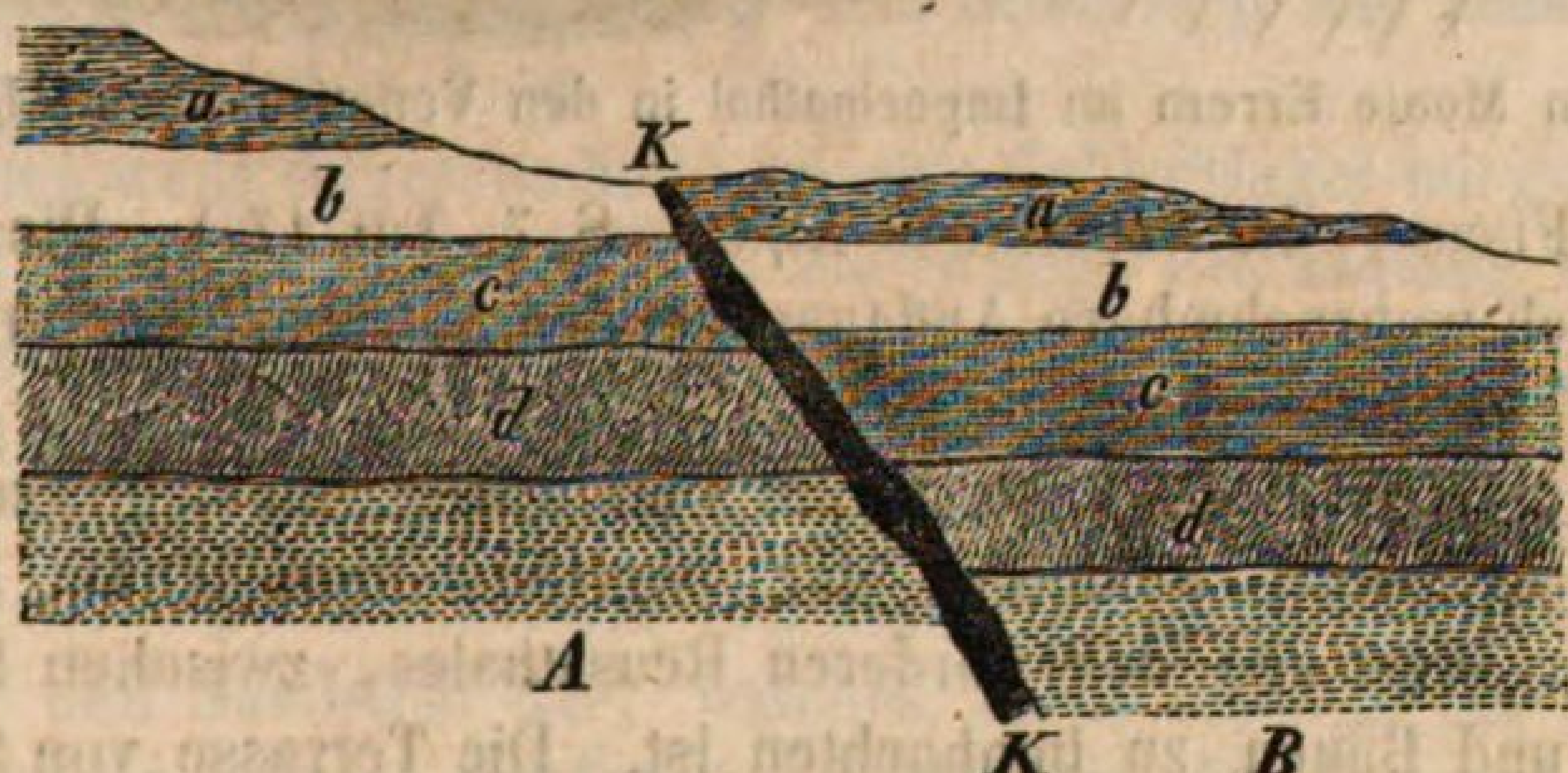
eine *Mulde*. Die Linie, welche durch die tiefsten Puncte der Mulde geht, nennt man die *Muldenlinie*. Ist die Krümmung der Schichten nach oben gerichtet, und bilden sie ein Gewölbe, oder eine dachförmige Gestalt, wie *d*, *e*, *f*, bei obiger Figur, so nennt man diese Stellung die *sattelförmige*, und die Wölbung oder die dachförmige Gestalt einen *Sattel*. Von seiner Höhe neigen sich die Schichten nach den beiden entgegengesetzten Seiten. Die Linie, welche über die höchsten Puncte des Sattels hinlauft und von welcher aus das Fallen nach entgegengesetzten Seiten stattfindet, nennt man die *Sattellinie*, häufig auch die *Antiklinallinie*, um damit das entgegengesetzte Einfallen zu bezeichnen, aus den griechischen Worten *αντι*, entgegengesetzt, und *κλινω*, neigen, gebildet. Die Mulden gehen öfters in sehr grosse Tiefe nieder (S. 109); die Sattellinien ziehen sich nicht selten auf grosse Strecken höchst gleichförmig fort und geben einen Beweis von ausgedehnten *Hebungslinien*. Ueberhaupt zeigen solche Lagerungsverhältnisse deutlich an, dass die ursprünglich horizontalen Schichten auf mannigfaltige Weise, durch Hebungen, Senkungen, Zusammenschiebungen, aus ihrer ersten Lage gebracht worden sind. Oftmals folgen Mulden und Sättel, Einsenkungen und Zusammenschiebungen, so wie aufwärts gehende Wölbungen, Krümmungen und Dachstellungen der Schichten, bei reihenweise fortliegenden Hügeln und Bergen, oder bei parallel laufenden Gebirgszügen, mehrfach aufeinander.

Wie an der Oberfläche der Erde, so gewahrt man auch unter derselben in dem uns bekannten Theil des Erd-Innern, das uns Grubenbaue einigermassen aufschliessen, die mannigfaltigsten Veränderungen der ursprünglichen Schichtenstellung und Lagerung. In den Bergwerken sieht man namentlich, wie die Gebirgslagen von *Spalten* durchsetzt werden, die meilenweit fortziehen und in die unerforschte Tiefe niedergehen. Man beobachtet hier am leichtesten, wie die durch Spalten getrennten Theile der Gebirgslager an einander *verschoben* sind, was man leicht daran erkennt, dass die bei ungestörter Fortsetzung der Lager, in einer gleichen Ebene liegenden Theile, in solchen Fällen an den beiden Seiten der Spalten sich in *verschiedenen Ebenen* befinden.

Man nennt derartige Veränderungen in der ursprünglichen Stellung der Gebirgslager, *Verschiebungen*, *Verwerfungen*, und

heisst die Spalten, welche damit in ursachlicher Verbindung stehen, *Klüfte*, *Rücken*, *Sprünge*, *Gänge*. Diese Spalten sind bald leer, bald auf verschiedene Weise ausgefüllt; häufig mit Thon oder Letten, den Zersetzungsproducten vieler Gesteine, oft mit Trümmern derselben, mit fester Gesteinmasse oder mit Erzen.

Untenstehende Figur soll eine Ansicht einer derartigen *Verwerfung* durch eine *Spalte* geben. Man denke sich das Innere des Gebirges durch einen Grubenbau aufgeschlossen. Es ist durch verschiedene Gebirgslager zusammengesetzt; aber die zu beiden Seiten der Kluft *K* liegenden Massen correspondiren nicht mit einander; die zusammengehörenden Theile liegen in ihrer Fortsetzung ausserhalb der Spalte in verschiedenen Ebenen. Die

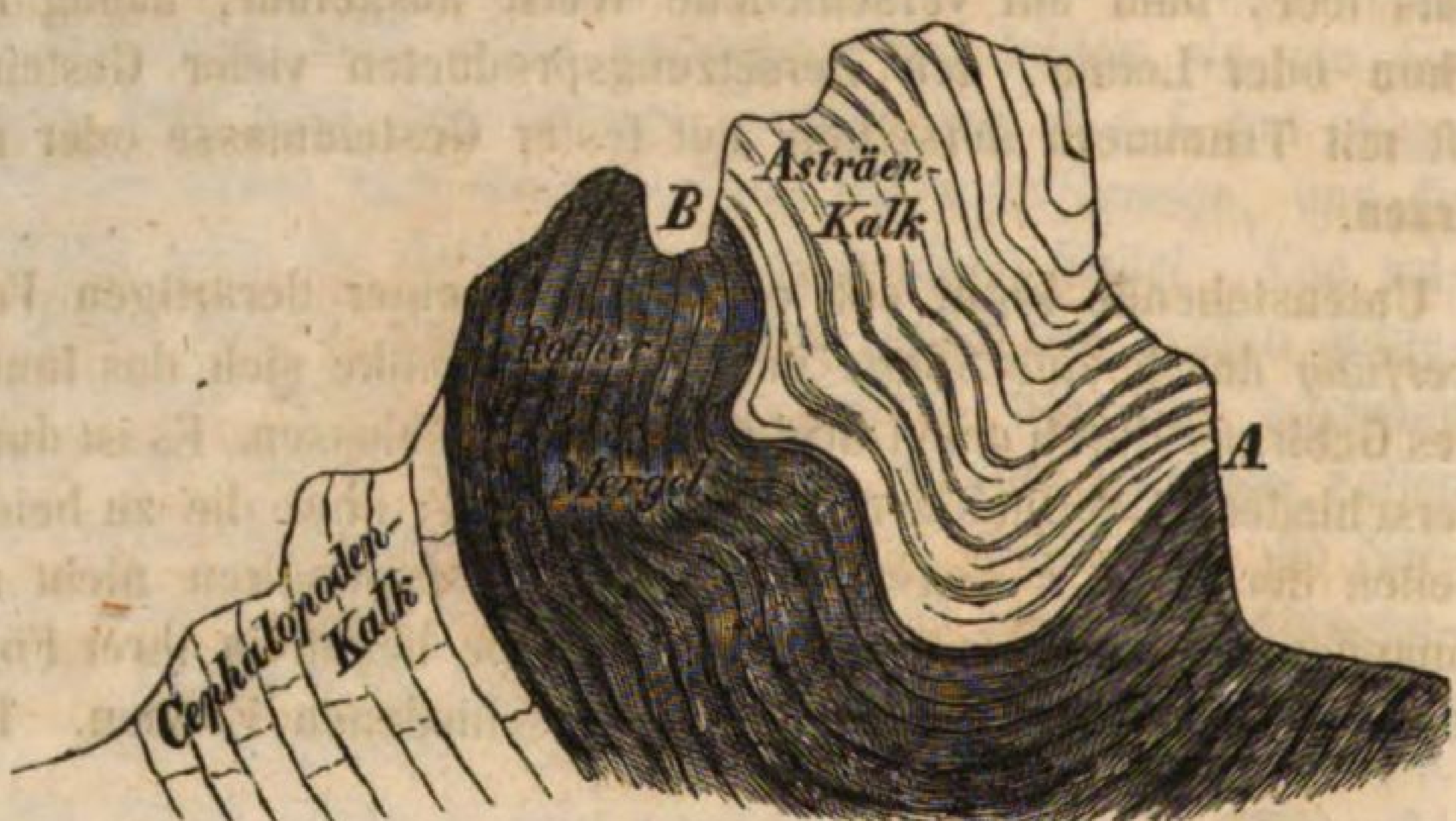


Theile *aa*, *bb*, *cc*, *dd*, welche je zwei von gleicher Beschaffenheit sind, müssen einst zusammenhängend gewesen sein. Ihr Zusammenhang ist durch die Kluft *k* unterbrochen und bei ihrer Entstehung wurde entweder der Theil *A* in die Höhe *gehoben*, oder der Theil *B gesenkt*, in welch' letzterem Falle die auf der Seite *B* befindlichen Schichten durchaus tiefer liegen, als die ihnen entsprechenden auf der Seite *A*.

Wenn Massen mit gekrümmten Schichten mit einander in Berührung stehen, oder wenn eine Gebirgsmasse mit geraden Schichten mit einer Gebirgsmasse verknüpft ist, deren Schichten gekrümmt sind, dann ist die Bestimmung des Lagerungsverhältnisses oftmals schwierig, und es können leicht Fehler dabei begangen werden.

Folgende Figur auf S. 222 stellt eine Verbindung von drei Gebirgslagern dar, deren gekrümmte Schichten einen sonderbaren Anblick gewähren. Ein rothes Mergellager liegt zwischen

zwei Kalklagern, von welchen das obere alle die seltsamen Krümmungen und Biegungen des Mergellagers mitmacht. —



Am Monte Errera im Imperinathal in den Venetianischen Alpen.

(W. Fuchs, die venetianer Alpen. S. 7. Taf. 17.) Die bei *A* deutlich wahrnehmbare Auflagerung des Asträenkalkes erscheint bei *B* unbestimmbar.

Figur 1 auf Tafel V stellt eine Verbindung von Gebirgsmassen mit gekrümmten Schichten dar, welche, nach H. Dr. Lusser, an der Westseite des vorderen Reussthales, zwischen Seelisberg und Bauen, zu beobachten ist. Die Terrasse von Seelisberg besteht aus einem dichten, grauen Kalkstein mit stark gekrümmten Schichten. Die Schichtenköpfe zeigen ein südliches Einfallen an. Steigt man von hier aus aufwärts gegen den Bauenstock, so kommt man bald zu einem Punct, an welchem der Kalkstein von einem dünnschieferigen, gleichfalls südlich einfallenden Kalkmergel bedeckt wird. Nach dieser Beobachtung wird man den Kalkstein für das Liegende des Mergelschiefers halten. Geht man über diesen Kalkmergel weiter in die Höhe, so sieht man bald, wie derselbe wiederum von dem grauen Kalkstein überlagert ist, und wie dieser bis zur Höhe anhält, und das mächtige Gewölbe des Bauenstocks zusammensetzt. Darnach könnte man geneigt sein, anzunehmen, der Schiefer befinde sich mit dem Kalkstein in Wechsellagernng. Doch, man wird besser belehrt, wenn man vom Bauenstock gegen Bauen herabsteigt, die Schichten des Schiefers sich um den Kalkstein zusammenziehen, und auf dem Wege thalabwärts gegen Brunnen, dieselben unter dem Kalk-

stein hervortreten sieht. Jetzt erst wird es deutlich, dass der Kalkstein vom Schiefer umschlossen ist, und jetzt erst hat man die richtige Ansicht von dem Lagerungsverhältnisse der beiden Gebirgsmassen erhalten.

Figur 2 auf Tafel V stellt ein von Dr. MAC-CULLOCH auf einer der Hebriden beobachtetes Lagerungsverhältniss zwischen horizontal geschichtetem Kalkstein und zwischen Gneis dar, dessen Blätter ungewöhnlich stark gekrümmt sind. Ist das Kalksteinlager *a b c d* und sein Verhältniss zum Gneis *e e e* nur an dem Puncte *c* deutlich zu sehen, so ist klar, dass es den Gneis zu unterteufen scheint. Würde man aber den Kalkstein bei *d* durchbrechen, oder dessen Verhältniss zum Gneis bei *b* zu beobachten im Stande sein, so gienge auf das Bestimmteste hervor, dass er *auf* dem Gneis liegt und allen Krümmungen desselben folgt.

Auch wenn ungeschichtete massige Gebirgslager mit geschichteten in Berührung stehen, ist die richtige Bestimmung des Unterteufungsverhältnisses nicht selten schwer und oftmals kaum möglich, wenn nicht der Bergbau Aufschluss giebt. Man kann sich davon vermittelst Figur 3 auf Tafel V eine Vorstellung machen. Diese stellt ein Lagerungsverhältniss zwischen Porphyr und Sandstein dar, welches am Domberge bei Suhl am Thüringer Walde stattfindet. Der Fuss des Berges und der grösste Theil der Seiten besteht aus Sandstein, der Gipfel aus Porphyr. Es hat den Anschein, als wäre dieser dem Sandstein aufgelagert. Mit dem Sandstollen, der im bunten Sandstein angesetzt ist, wurde indessen bei *a* eine Scheidung angefahren, die mit einem sehr starken Winkel gegen den Berg einfällt, und hierauf in Porphyr eingeschlagen. Höher am Berge ist der Carolinen-Stollen angesetzt, auch im Sandstein und auch gegen den Porphyr. In diesem Stollen hat man den Porphyr weit eher erreicht, die Scheidung ist daher viel flacher; sie fällt mit 60° der Tiefe zu. Der Porphyr ist demnach dem Sandsteine angelehnt, in der Höhe selbst über ihn hingelehnt, und setzt ohne Zweifel nach abwärts fort, da man, nach dem Fallen der Scheidung, welches nach unten bedeutend zunimmt, wohl annehmen darf, dass dieselbe tiefer unter dem Sandstollen ganz senkrecht sei und in dieser Richtung in die Tiefe fortsetze.

Besonders leicht kann man bei der Bestimmung des Unter-

teufungsverhältnisses dann fehlen, wenn ein geschichtetes Gebirgslager gegen ein ungeschichtetes einfällt. Man wird in diesem Falle gern eine Fortsetzung der geschichteten Masse in die Tiefe und die Auflagerung der ungeschichteten annehmen, und das kann gerade ein grosser Fehler sein. Das Verhältniss des Steinkohlen-Gebirges bei Ilefeld zum dortigen Porphyr, kann als ein Beispiel gelten. Das Kohlengebirge am Rabenstein, das den Porphyrfelsen zufällt und sich darunter versteckt, weit entfernt, unter diesen Felsen fortzusetzen, keilt sich bald aus und hört auf. Der Porphyr geht ohne Unterbrechung in die Tiefe. Dasselbe Verhältniss sehen wir häufig, wo sich geschichtete Massen gegen ungeschichtete einsenken.

Es ist einleuchtend, wie man mit Umsicht und Genauigkeit bei der Bestimmung des Unterteufungsverhältnisses verfahren müsse, und wie leicht Anfänger und Wenigergeübte dabei Fehler begehen können. Es ist aber auch klar, wie wichtig die Bestimmung dieses Verhältnisses, sowohl in wissenschaftlicher, als in practischer Beziehung ist, und in letzterer insbesondere für den Bergmann.

Bei der umschlossenen Lagerung ist das umschliessende Gebirgslager gewöhnlich grösser. Findet ein Unterteufen Statt, so ist bald das Unterteufende bald das Unterteufte grösser.

Aufeinanderfolge der Gebirgslager.

Wenn wir irgend eine Gegend untersuchen und mit Aufmerksamkeit die gegenseitigen Verhältnisse ihrer Gebirgslager erforschen, so kann es uns nicht entgehen, dass ein bestimmtes Gebirgslager dort stets auf einem gewissen anderen Gebirgslager ruhe, und jederzeit von einem gewissen anderen Gebirgslager bedeckt werde. So finden wir am Rande des Schwarzwaldes den rauchgrauen Kalkstein immer auf rothem Sandstein gelagert und von buntem Mergel bedeckt; am westlichen Harzrande den rothen Sandstein auf Stinkkalk ruhen und vom grauen Muschel-Kalkstein überlagert; am Jura den schwarzen Lias über bunten Mergeln liegen und von hellen Kalk-Schichten überdeckt. Daraus ersehen wir, dass eine gewisse Ordnung in der Auflagerung stattfinde. Wo gleiche Gebirgslager mit einander vorkommen, da ist auch die Aufeinanderfolge derselben immer die gleiche, vorausgesetzt, dass die

Gebirgslager geschichtet sind. Bei ungeschichteten Gebirgslagern treffen wir diese bestimmte Aufeinanderfolge nicht; doch beobachten auch diese manchmal gruppenweise gewisse Lagerungsverhältnisse unter einander.

Liegen Gebirgslager aufeinander, die aus nicht krystallinischen Gesteinen bestehen, oder sehen wir krystallinische Gebirgslager mit nicht krystallinischen in Berührung; so wird die Folgerung, die wir in genetischer Beziehung aus den Lagerungsverhältnissen derselben ziehen, dass dasjenige Gebirgslager, welches das andere trägt, älter als das aufliegende sei ihre volle Richtigkeit haben, wenn wir annehmen können, dass sich ihre ursprüngliche Lage nicht verändert habe. Wir können also *ältere* und *jüngere* Gebirgslager unterscheiden. Stehen krystallinische Gebirgslager mit einander in Berührung, so ist diese Unterscheidung öfters unmöglich. Diese, unter dem Einflusse der chemischen Affinität und der Krystallisationskraft entstandenen Lager können sich recht wohl von einander unterscheiden und dennoch zu gleicher Zeit entstanden sein. Es ist leicht einzusehen, wie aus einer flüssigen Masse, welche gewisse Bestandtheile enthält, durch die Wirkung der Verwandtschaft und der Krystallisation, je nach Umständen, zwei und mehrere Gebilde von verschiedener Structur und Zusammensetzung zu gleicher Zeit entstehen können, Gebilde, welche oft qualitativ dieselbe Zusammensetzung haben, und nur in der Quantität und in der Art der Verbindung der Bestandtheile von einander abweichen. Granit und Gneis, Grünstein und Syenit u. s. w., stehen öfters in einem solchen Verhältnisse zu einander. Man findet sie zuweilen unmittelbar mit einander verwachsen. Auch Gneis und Glimmerschiefer sind nicht selten so mit einander verknüpft, dass man nicht sagen kann, welcher der ältere sei; ebenso Glimmerschiefer und Talkschiefer, Talkschiefer und Chloritschiefer u. s. w.

Einfluss der Schichtung und Lagerung auf die Form der Gebirgsmassen und auf die Beschaffenheit der Thäler.

Untersuchen wir die mannigfaltigen, unzählbar verschiedenen und von einander abweichenden Formen der Hügel und Berge, in ihrer vereinzelten Stellung, so wie in ihrer Verbindung unter einander, erforschen wir die Eigenthümlichkeiten und Formverhältnisse der Gebirge, und endlich des Flachlandes und der Ebenen,

hinsichtlich der Schichtungs- und Lagerungsverhältnisse der Gebirgsmassen, welche sie zusammensetzen: so tritt uns ihr wesentlicher und mächtiger Einfluss auf die Hauptverhältnisse aller Gebirgsbildungen klar und unverkennbar vor Augen.

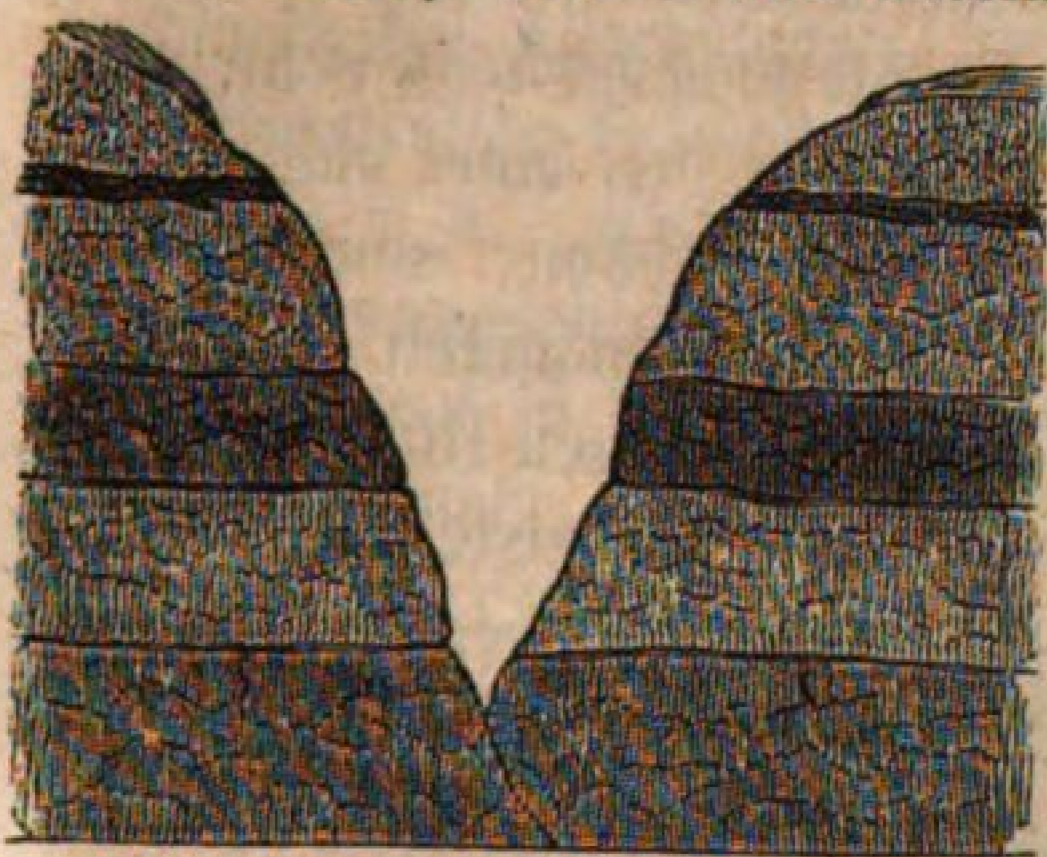
Wir sehen schon die Verschiedenheiten der Gesteine einen grossen Einfluss auf die räumlichen Verhältnisse der Gebirgsmassen ausüben. Massige oder ungeschichtete, harte, der Verwitterung trotzende Massen, treten mit scharf begrenzten, eckigen Gestalten auf, zeigen Felsenbildung, ragen in Stöcken, Mauern, Kegeln und Pyramiden u. s. w. empor; die Gehänge ihrer Berge sind steil und felsig; ihre Thäler enge und von pralligen Thalwänden eingeschlossen. Weiche, verwitterbare Gesteine zeigen von all' dem das Gegentheil. Ihre Massen werden durch Verwitterung erniedrigt, abgerundet, und nehmen sanfte Formen an. Die Gipfel der Berge sind gerundet, ihre Gehänge verflächt und mit lockerem Schutt bedeckt; der Fuss ist durch Anhäufung desselben weit hinausgeschoben. Die Thäler sind breit und flach.

Die Verhältnisse der Schichtung modificiren dieses Verhalten in auffallender Weise. Bei horizontalen Schichten hängen die Gebirgsmassen in der Regel auf grosse Strecken ununterbrochen zusammen; sie bilden lang gezogene, flache Rücken von einförmiger Beschaffenheit, oder sanft gerundete Kuppen, wellenförmige Platten. Sind die Schichten aufgerichtet, so zeigen sich die Formen schärfer und die Massen um so häufiger unterbrochen, je grösser der Winkel ist, unter dem sie gegen den Horizont geneigt sind. Steigen die stark aufgerichteten Schichten zu einer bedeutenden Höhe an, haben sie beträchtliche Hebungen erlitten oder Krümmungen und Biegungen, sind sie zu Gewölben aufgetrieben, geknickt oder zusammengefaltet: so zeigen die äusseren Formen die grössten und auffallendsten Verschiedenheiten. Im Hochgebirge treten bei solchen Schichtungsverhältnissen die kühnsten und ausserordentlichsten Formen auf. Hebungen und Senkungen, Umbiegungen und Ueberstürzungen der Schichten, Verwerfungen und Spaltungen der Massen, haben den Alpen die wunderbaren Formen gegeben. Die hochaufragenden Tafeln der Schichten sind zerrissen, sägenförmig ausgezackt, in Säulen, Pyramiden, Obelisken zertheilt, und einzelne Hörner und Nadeln ragen hoch und frei auf in die Lüfte. Liegen, wie auch in den Alpen, *ungeschichtete* Massen von grosser Ausdehnung und Höhe zwischen

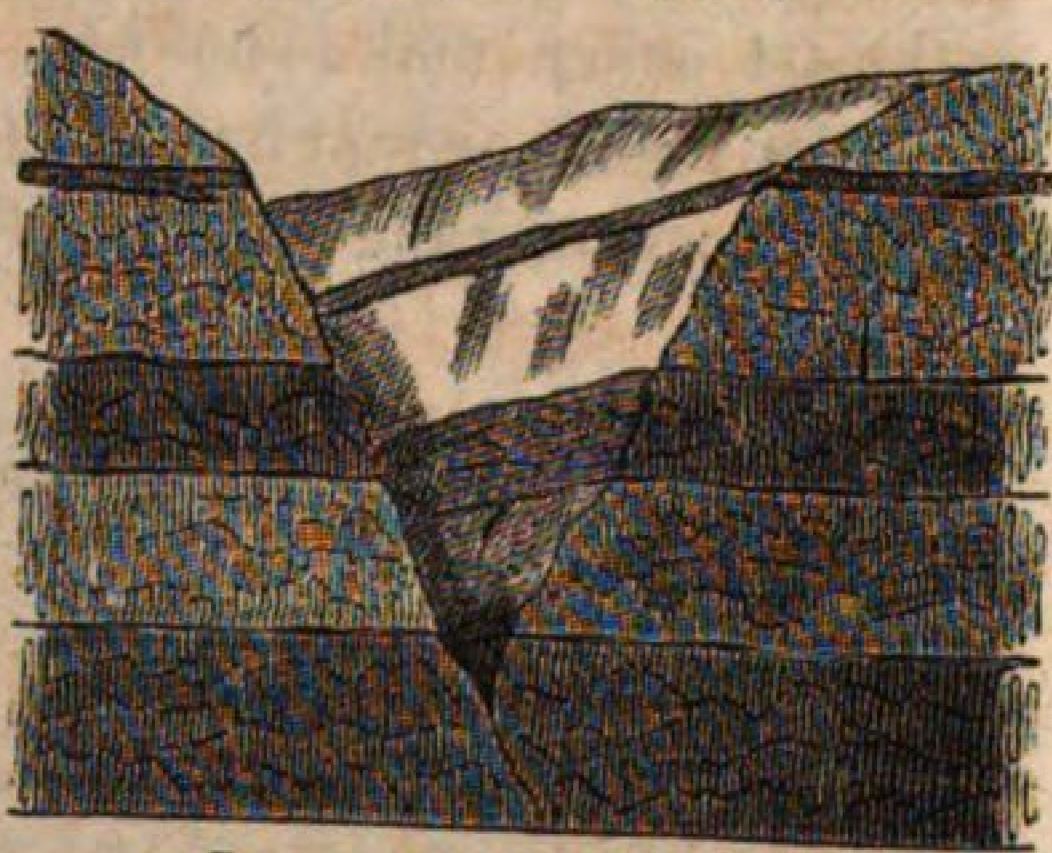
oder inmitten der *geschichteten* Bildungen, dann zeigt sich die grösste Mannigfaltigkeit malerischer Formen in überraschendster Weise. Nichts gleichet weiter in der Gebirgswelt den wunderbaren Formen einer alpinischen Ansicht.

Von grosser Wichtigkeit sind die Beziehungen der Schichten zu den Verhältnissen der *Thäler*. Liegen diese im geschichteten Gebirge, so erhalten wir durch eine genaue Untersuchung und Würdigung ihrer Schichtungsverhältnisse befriedigende Auskunft über ihre Entstehungsweise. Wir lernen dadurch insbesondere *Spaltenthäler* von *Erosions-* oder *Auswaschungsthälern* unterscheiden.

Sind die Wände eines Thales aus *geschichteten* Massen zusammengesetzt, wie es die untenstehenden Figuren zeigen, wobei



Durchschnitts-Ansicht.



Perspectivische Ansicht.

an beiden Thalwänden die gleichen Schichten auftreten, einander gegenüber liegen und vollkommen mit einander correspondiren; so wird eine genaue Untersuchung der Thalsohle und wenn sie möglich ist, der Schichten welche unter derselben liegen, ausweisen, welcher Entstehungsart das Thal seine Bildung verdankt. Sind nämlich die Schichten in der Thalsohle zerspalten oder gebrochen, setzt eine Kluft oder Spalte durch sie hinab in die Tiefe, so hat man Ursache anzunehmen, dass das Thal in Folge einer Zerspaltung der Gebirgsmasse entstanden ist, und dass somit auch seine Entstehung und ursprüngliche Bildung mit derjenigen einer durch Stoss und Erschütterung erzeugten Spalte übereinstimmt.

Sehr oft besteht aber die Thalsohle nicht aus Felsenboden, nicht aus festen Gesteinschichten, sondern aus losen Massen von Schutt, Sand und Geröllen, und in diesem Falle kann nicht wohl auf gewöhnliche Weise bestimmt werden, ob feste oder zerspaltene Schichten unter der Wasserrinne durchziehen. In solchen Fällen haben schon sehr oft bergmännische unterir-

dische Arbeiten den erwünschten Aufschluss gegeben. Führt der Bergmann Stollen- oder Strecken-Arbeiten in geringer Tiefe unter Thälern durch, so findet er hier das Gestein in der Regel zerklüftet, mehr oder weniger aufgelöst; es gehen Tagewasser dadurch nieder und in den mehrsten Fällen setzt eine *Spalte*, eine *Kluft* von der Thalsohle herab in die Tiefe. Diese ist ein unverkennbarer Anzeiger der Spalten-Natur des Thales. Solche, im geschichteten, wie im ungeschichteten Gebirge, von dem Bergmann vielfältig beobachtete Thatsachen, belehren uns, dass bei einem sehr grossen Theil der Thäler ihr Ursprung mit der Zerspaltung des Gebirges zusammenfällt.

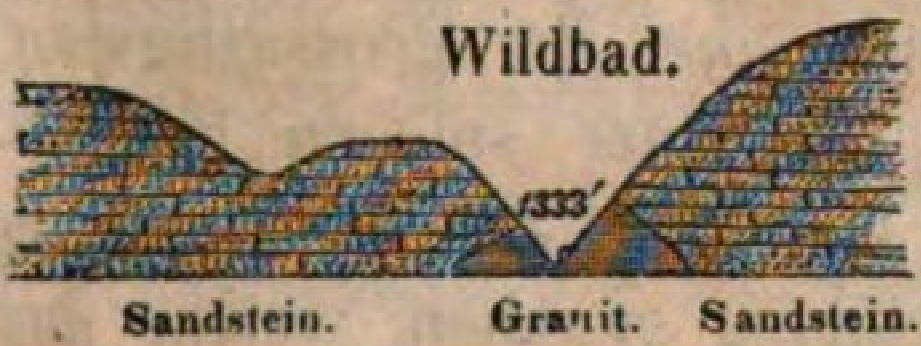
Wenn wir bei einem Thale die Gesteinschichten seiner Wände entblösst sehen und bemerken, dass die *gleichartigen* Schichten einander nicht gegenüber liegen, dass sie, bei einer angenommenen Verlängerung nicht auf einander treffen, sondern an den Gehängen in verschiedenen Höhen liegen, wie es beistehende Figur zeigt, so liegt der Grund dieser Erscheinung in einer *Verschiebung* oder *Verwerfung* der Thalwände, die nur die Folge einer das Gebirge durchsetzenden *Spalte* sein kann.



Wir können ein solches Thal nur für ein solches halten, das seinen Ursprung durch eine Spaltenbildung erhielt; wir können es für nichts anderes, als für ein *Spaltenthal* ansehen.

Sehen wir im Grunde eines Thales ein von der Masse seiner *geschichteten* Thalwände ganz verschiedenes, *ungeschichtetes* Gestein hervortreten, so erscheint offenbar der Zusammenhang der Schichten dadurch in der Tiefe unterbrochen. Die Stellung der Schichten über der fremdartigen, ungeschichteten Masse mag nun horizontal oder geneigt sein; sie stellt sich immerhin als eine fremde später zwischen die Schichten eingeschobene Masse dar. Wir vermögen nicht, die sich uns aufdringende Vorstellung abzuweisen, sie sei, von unten heraufkommend, zwischen die Schichten eingetreten. Dabei geben diese zu erkennen, dass sie wie durch einen eindringenden Keil aufgesprengt und aus einander getrieben worden sind. Solche

Thäler zeigen gleichfalls und unzweifelhaft die Beschaffenheit von *Spalten-Thälern.* Es liegt eine Reihe solcher am Nordende des Schwarzwaldes. Nebenstehendes Bild der Beschaffenheit des Enzthales zu *Wildbad*, stellt auch die Hauptverhältnisse der übrigen dar. In allen sieht man *Granit* zwischen die *Sandsteinschichten* eingetrieben; sie sind *Granit-Spaltenthäler.*



Beim Anblick der Tamina-Schlucht bei Pfäffers, der Via mala, der Cavaglia-Schlucht am Bernina, erkennt man Spaltenthäler in geschichteten Bildungen; die wilde Granitschlucht bei Allerheiligen, und das Höllenthal im Schwarzwald, die Rosstrappe-Schlucht am Harz, der Engpass Finstermünz in Tyrol u. v. a., sind Beispiele von Spaltenthälern im krystallinischen ungeschichteten Gebirge.

Sieht man in becken- oder ringförmigen Thälern, die man dieser Gestalt wegen ganz passend *Ringthäler* nennt, die Wände aus Schichten zusammengesetzt, welche nach aussen und abwärts geneigt sind, und zwar nach allen Richtungen, so dass die Schichtenköpfe einen steilen kurzen Abfall gegen den Thalgrund bilden, welcher der Neigung der Schichten entgegengesetzt ist, während in der Richtung der Fall-Linie ringsum ein langer, sanft verflächter Abhang nach Aussen vorhanden ist, so zeigen in solchen Thälern die Schichten durch ihre Stellung an, dass sie auf dem Puncte, der in die Mitte des Beckens fällt, in die Höhe gehoben, dabei in den obersten Lagen aufgerissen und zersprengt worden sind; ihre durch Bruch entstandenen Köpfe, dem Innern zugekehrt, bilden einen kreisförmigen Wall um die Kesselvertiefung. Ein Bach oder ein kleiner Fluss führt durch einen Einschnitt die Wasser aus dem fast ganz geschlossenen Thalgrunde ab. Thäler, welche diese Schichtenstellung zeigen, nennt man mit Berücksichtigung der Ursache derselben, auch *Erhebungsthäler.* Buckland hat zuerst auf diese eigenthümlichen Thalgebilde aufmerksam gemacht und ihre Beschaffenheit klar und gründlich geschildert. Es sind die Thäler von *Kingsclerc, Ham* und *Pewsey* am westlichen Ende des Beckens von London, in der Kreidebildung gelegen, an welchen der ausgezeichnete englische Naturforscher die merkwürdige Thalbildung erkannte. Nach F. Hoffmann's schönen Beobachtungen stimmen mit jenen Thälern

ganz genau die kreisförmigen Thäler von *Driburg* und *Pyrmont* überein, aus deren Grunde die bekannten Säuerlinge hervortreten. Das Thal von Pyrmont bietet eines der grossartigsten, schönsten und belehrendsten Beispiele einer solchen Thalbildung dar. F. Hoffmann hat die hier benutzte Beschreibung und die unten mitgetheilte Profilzeichnung gegeben, welche das Eigenthümliche der merkwürdigen Schichtenstellung besser als alle Worte erläutert.



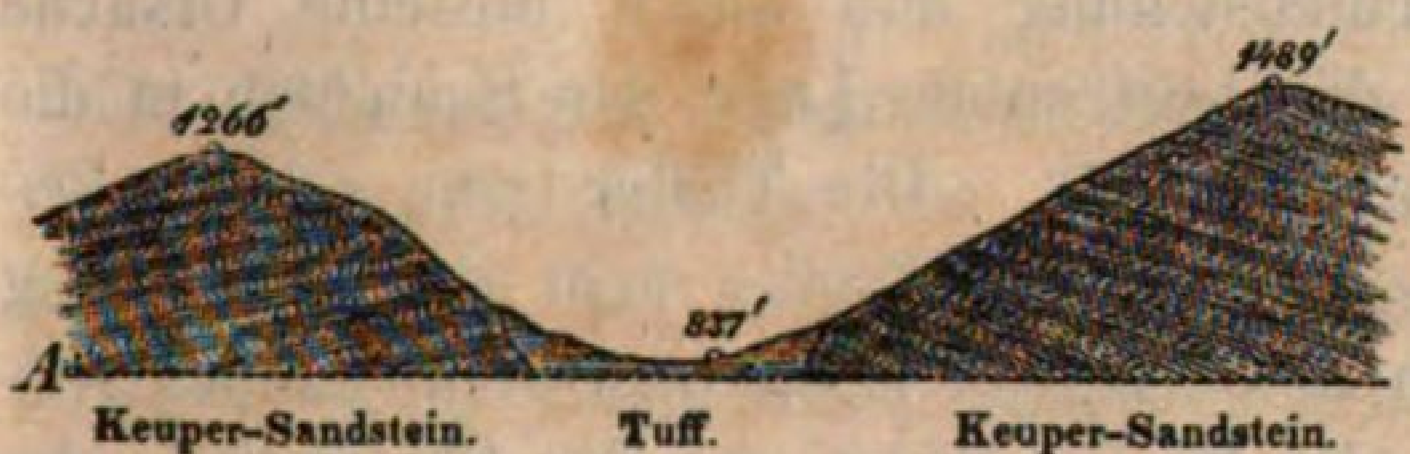
Erhebungsthal von Pyrmont nach Hoffmann.

Die oberste Gebirgslage ist *Keuper*, darunter folgt *Muschelkalk* und unter diesem *bunter Sandstein.* Im Thalgrunde liegt *Gyps* und steigen die *Quellen* auf. Die obersten Ränder der Muschelkalkberge, welche die höchste Einfassung des Kessels bilden, liegen an den gegenüberstehenden Thalwänden bis auf eine halbe Meile weit aus einander und erheben sich fast auf allen Seiten gleichförmig über die Thalsohle um 900 bis 1000 Fuss. Auf der Aussenseite liegen die Keupermassen, die in einzelnen Bergen noch zu grösserer Höhe ansteigen und eine zweite ringförmige Einfassung bilden. Der *bunte Sandstein*, der im Thalgrund unter dem *Muschelkalk* liegt, erhebt sich über denselben noch bis auf 400 Fuss. Seine obersten Grenzen gegen den aufliegenden Muschelkalk befinden sich an den gegenüberstehenden Abhängen nicht in gleicher Höhe. Wir sehen sie an der nördlichen und östlichen Seite um ein Beträchtliches höher hinaufgehen, als an der südlichen und westlichen, dort aber auf eine grössere Höhe hinaufgehoben, desshalb ist auch das Einfallen der über dem Sandstein an jenen Stellen liegenden Kalkschichten steiler nach Aussen. Das Auftreten einer *Gypsmasse* im Thalboden, an der Emmerbrücke bei der Saline, ist ebenfalls eine wichtige Thatsache, und von dem grössten Interesse endlich das Ausströmen des *kohlensauren Gases* im Thalgrunde, das in der berühmt gewordenen *Dunsthöhle* sich in grosser Stärke zeigt. Die Ursache der Hebung der Schichten können hier wohl Gase und Dämpfe gewesen

sein. Die jetzt noch ununterbrochen fortgehende Gasausströmung zeigt einen immer noch offenen Weg aus der Tiefe an die Oberfläche an, auf welchem die unterirdischen Kräfte einst so mächtig heraufgewirkt haben.

In Süddeutschland zeigt das Thal von *Stuttgart* nach meinen Untersuchungen alle Eigenthümlichkeiten eines flach erhobenen *Erhebungsthales.* Hohe Keuperwände umschliessen den Thalkessel u. fallen nach Innen ziemlich schnell von 1200 und nahezu 1500 Par. F. Meereshöhe bis zu 760 Fuss herab, so dass die kurzen Abfälle gegen den Thalgrund eine senkrechte Höhe von 600 bis 700 Fuss haben. Die Schichten fallen ringsum von dem Inneren, von den steilen Thalwänden nach Aussen, am *Bopser*, am *Sonnenberg*, am *Hasenberg*, so wie am *Degerlocher* und *Heslacher* Berg und am Abfall von der *Feuerbacher Heide.* Von der Höhe der umschliessenden Berge nach Aussen sind die Abfälle schwach geneigt, lang gedehnt und bilden sanft abfallende Plateau's. Im Thalgrund liegt *Kalktuff* als alter Absatz der warmen Quellen, die einst im Becken von Stuttgart, wo sie heute versiegt sind, so mächtig flossen, als sie derzeit im Cannstadter Becken hervorbrechen, welches an der Erhebung des Stuttgarter Thales Theil genommen hat.

Erhebungsthal von Stuttgart.



In Längenthälern, zumal in solchen, welche zwischen Parallelketten geschichteter Gebirgsbildungen liegen, wie sie vielfältig im Jura vorkommen, sieht man oftmals die Schichten an den Thalwänden zu beiden Seiten auswärts sich einsenken.

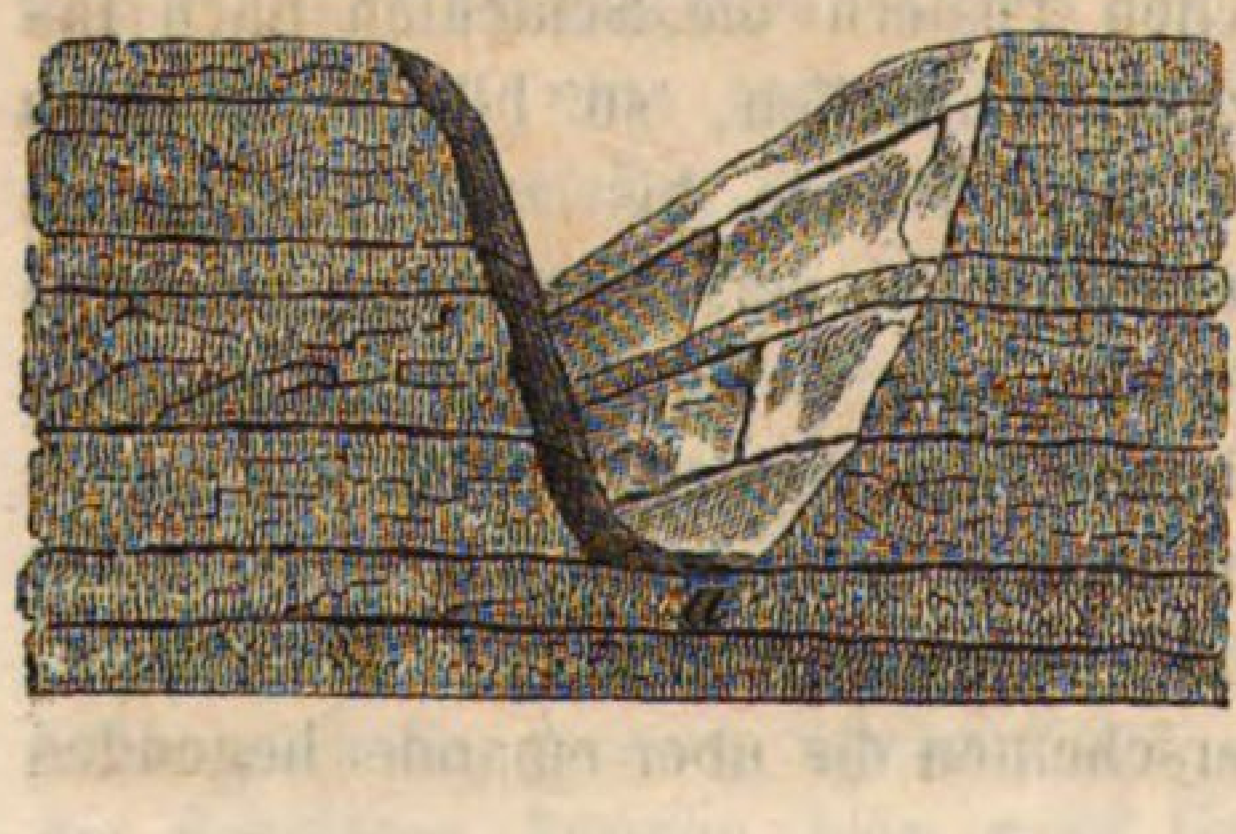
Denkt man sich in solchen Thälern die Schichten nach Innen verlängert, bis sie zusammentreffen, so bilden sie einen Scheitel. Von der Höhe ihrer Wände bis zum Thalgrunde herab liegen in denselben gewöhnlich verschiedene geschichtete Gebirgsmassen unter einander, von welchen, bei horizontaler Schichtenlage, jedenfalls diejenigen Schichten, welche jetzt in der Thalsohle liegen, und nicht hoch über dieselbe ansteigen, *unter* derselben liegen würden und nicht sichtbar wären. Bei der geneigten Schichtenstellung erscheinen die über einander liegenden

Gebirgsmassen offenbar *gehoben*. *Längenthäler*, mit nach Aussen fallenden Schichten, sind im Jura häufig durch kleine, enge und felsige *Querthäler* (Klusen, Cluses) mit einander verbunden, in welchen sich dieselbe Stellung und Folge der Schichten zeigt. Die Wände steigen schnell in die Höhe und die Schichten sind oftmals unter 30 bis 40° aufgerichtet und nach der Aussenseite des Thales einfallend.

Hier sieht man nun die Thalbildung in offenbarer Abhängigkeit von der Schichtenstellung und durch dieselbe Ursache veranlasst, welche die horizontale Lage der Schichten in die aufgerichtete umgewandelt hat. Die Thäler von solcher Beschaffenheit sind *Hebungsthäler*. Wollte man ihre Entstehung von Auswaschungen ableiten, so sähe man sich zu der Annahme gezwungen, die Wasser seien auf der Scheitellinie der Schichten geflossen. Bei der Vorstellung, dass die Schichten in die Höhe gehoben worden sind, die durch die Stellung derselben gerechtfertigt ist, sieht man leicht ein, dass auf der Scheitellinie der gehobenen festen Schichten eine Spalte entstehen musste.

In manchen Thälern sind die Schichten an beiden Thalwänden einwärts, gegen die Thalsohle geneigt, gleichmässig aber auch an der äusseren Seite nach Aussen, so dass die Berge, welche das Thal einschliessen, eine *antiklinale* Schichtenstellung haben (S. 220). Die Thäler von dieser Beschaffenheit liegen somit zwischen parallelen Bergzügen, deren Schichten ein Gewölbe bilden, von dessen Höhe sie sich *antiklinal* einsenken. Wäre das Gewölbe bei der Hebung geborsten, so hätte dabei ein Thal der im Vorhergehenden beschriebenen Beschaffenheit entstehen können.

Liegen in einem Thale die Schichten an beiden Wänden in gleicher Ordnung auf einander, so dass die der einen Seite, denen der anderen vollkommen entsprechen, wie es nebenstehende Figur darstellt, so gibt die Untersuchung der Thalsohle die Thatsachen zur richtigen Beurtheilung der Bildungsweise des Thales an



die Hand. Findet man die Schichten unter dem Wasser-Rinnsal bei *a* ganz, ohne Bruch, ohne Trennung durch eine sie durchsetzende Spalte; so darf man annehmen, dass das Thal durch die Wirkung eines aushöhlenden Wasserstromes, dass es durch sogenannte *Auswaschung* oder *Erosion* gebildet worden ist.

Verhältnisse innerhalb eines grösseren Gebirgslagers.

Ein Gebirgslager von grossem Umfange schliesst öfters andere kleinere Gebirgslager ein. Jenes wird alsdann das *herrschende*, diese die *untergeordneten* genannt. So schliesst Glimmerschiefer nicht selten kleinere Massen von Quarz, Marmor oder Kalkstein, Gneis Massen von Magneteisenstein oder Grünstein, die Grauwacke Eisenspath ein u. s. w. Diese untergeordneten Massen heissen *Lager*, im engeren Sinne des Wortes, wenn sie eine plattenförmige Gestalt haben, sich zwischen den Schichten oder Schiefern der herrschendon Gebirgsmasse befinden, oder wenn sie überhaupt von der Structur derselben in einer gewissen Abhängigkeit stehen. Ein Lager, welches aus einem Gesteine besteht, heisst ein *Gesteinlager*, zum Unterschiede von *Erzlagern*, welche Erze enthalten und entweder aus diesen allein oder zum Theil aus diesen und aus Gesteinen und einfachen Mineralien bestehen.

Von einer Gebirgsbildung eingeschlossene plattenförmige Massen, welche Spalten ausfüllen, die von der Gebirgsstructur mehr oder weniger unabhängig sind, heisst man *Gänge*.

Der Bergmann nennt solche Gebilde, wenn sie nutzbare Mineralkörper enthalten, *besondere Lagerstätten der Mineralien*. Sie sind auch in der That die wichtigste Fundstätte derselben, namentlich derjenigen Mineralkörper, welche schwere Metalle enthalten und nicht in die Zusammensetzung der Gesteine eingehen. Er unterscheidet ferner:

1) *Lager.*
 a) *eigentliche Lager*, die im krystallinischen, massigen oder schieferigen Gebirge eingeschlossen sind, und
 b) *Flötze*, die im Sedimentgebirge liegen.

2) *Gänge.*

Führen diese Gesteine, ohne Erze, so werden sie *Gesteingänge* genannt; führen sie Erze, so heisst man sie *Erzgänge*.

Von den Gesteinlagern.

Gesteinlager können geschichtet oder ungeschichtet sein. Sie liegen der Gebirgsmasse und Gesteinstructur oder der Schichtung parallel und besitzen nicht selten eine sehr grosse Flächenausdehnung und oft auch eine sehr ansehnliche Dicke oder Mächtigkeit. Befinden sie sich in einer oder zwischen verschiedenen *geschichteten* Gebirgsmassen, so ist weder die Gesteinstructur noch die Schichtung in irgend einem Puncte davon geschnitten, wie auch immer ihre eigene Structur sein mag. Liegen die Lager in einer oder zwischen verschiedenen *ungeschichteten* Gebirgsmassen von plattenförmiger oder schieferiger Structur, so schneiden sie auch diese in der Regel nicht. Nur selten schneiden sie, und gewöhnlich unter kleinen Winkeln, an einzelnen Stellen die Schichten oder Structur. Lager von Quarz, Kalkstein, Marmor, die im Glimmerschiefer, Gneis Thonschiefer, in der Grauwacke auftreten, zeigen dies stellenweise.

Die Unterlage, auf welcher das Lager ruht, öfters auch derjenige Theil desselben, welcher die Unterlage berührt, wird die *Sohle*; die Bedeckung das *Dach* genannt. Ganz allgemein nennt man auch die Unterlage das *Liegende*, das Bedeckende das *Hangende*. Die horizontale Ausdehnung eines Lagers, welche durch eine auf seiner Fläche gezogene horizontale oder söhlige Linie gegen den Meridian bestimmt wird, oder durch den Winkel, welchen eine solche Linie mit der Mittagslinie macht, heisst das *Streichen*. Es wird vermittelst des bergmännischen Compasses bestimmt und gewöhnlich nach Stunden; der Geologe macht die Angabe häufig nach Graden.

Die Neigung der Lager gegen den Horizont zeigt alle Verschiedenheiten, von der horizontalen oder söhligen Lage bis zur verticalen oder seigeren. Man nennt ihre Neigung gegen eine Horizontalebene, d. i. den Winkel, welchen sie mit dieser bilden, das *Fallen, Verflächen, Einschiessen*. Die Bestimmung dieser Neigung geschieht, indem man auf die Streichungslinie zwei senkrechte Linien zieht, wovon die eine in der Horizontalebene liegt und die andere sich in der Ebene des Lagers befindet; letztere wird die *Falllinie* genannt. Der Verflächungswinkel wird in Graden angegeben und dabei die Weltgegend bezeichnet, nach welcher der Scheitel des Winkels gerichtet

ist. Der Bergmann gebraucht überdiess die Ausdrücke: „*recht-* und *widersinnig* fallen", was in verschiedenen Gegenden oder Ländern eine verschiedene Bedeutung hat. Man bezieht sie im Allgemeinen auf die Oberfläche des Berges, in welchem das Lager liegt, und nennt ein *rechtsinnig* fallendes Lager ein solches, dessen Fallen mit der Neigung der Oberfläche des Berges übereinstimmt, ein *widersinnig* fallendes ein solches, dessen Fallen eine Richtung besitzt, die von derjenigen des Bergabfalles verschieden ist; sie ist oftmals eine ganz entgegengesetzte, und in diesem Falle sagt man auch, dass das Lager in das Gebirge hineinfällt. Bei der verticalen Stellung eines Lagers sagt man, *es stehe auf dem Kopfe*; von einem unter kleinem Winkel gegen den Horizont geneigten, es sei *flachfallend* oder *schwebend*. Macht ein Lager grosse Biegungen, so muss man die Lage der einzelnen Theile bestimmen und daraus die mittlere Lage des Ganzen ableiten. Alle Gebirgslager, die mit einer Ebene verglichen werden können, seien sie nun ein einzelnes Stück eines plattenförmigen Lagers, oder ein ganzes Lager, oder eine Schicht, werden in ihrer Stellung genau durch Streichen und Fallen bestimmt.

Die Stärke oder Dicke eines Lagers, welche durch die senkrechte Entfernung des Hangenden vom Liegenden gemessen wird, heisst die *Mächtigkeit*. Sie zeigt ausserordentliche Verschiedenheiten, variirt von einigen Zollen bis zu vielen Lachtern, ja selbst bis zu ganzen Bergmassen, und bei einer solchen, nicht mehr übersehbaren Ausdehnung betrachtet man ein Lager als eine eigenthümliche Gebirgsmasse. Von solcher Art sind öfters Kalkstein- oder Marmor-Lager im Gneis und Glimmerschiefer, und dieser Art ist auch das im Gneis liegende Grünsteinlager, welches den Taberg in Småland in Südschweden bildet, der als grosse Gebirgsmasse alle in der Nähe liegende Berge überragt.

Das Ende eines Lagers an der Gebirgsoberfläche nennt man das *Ausgehende*, sein Hervortreten an derselben das *Ausbeissen*.

Die Ausdehnung der *Gesteinlager* ist häufig sehr gross, selbst dann, wenn sie eine geringe Mächtigkeit besitzen; mitunter sind sie aber auch wenig ausgedehnt. Nicht selten vermindert sich ihre Mächtigkeit nach und nach; sie werden schmäler und spitzer und *keilen* sich endlich aus, ohne dass sich in der Zusammensetzung ihrer Masse irgend etwas verän-

dert. Manchmal stellen sich allmählige Veränderungen in der Masse bei unveränderter Mächtigkeit ein; es treten andere Mineralien auf, gewöhnlich die Gemengtheile der umschliessenden Gebirgsmasse, und die Lager verlaufen sich in diese. Diese Erscheinung nimmt man häufig bei krystallinischen, schieferigen Gebirgsbildungen wahr und sehr oft auch bei krystallinischen massigen. Im Gneisgebirge liegen häufig Lager von *Hornblendeschiefer*, die durch Aufnahme von Glimmer und Feldspath allmählig in Gneis übergehen und in diesem sich gleichsam auflösen; im Granitgebiete sieht man Lager von Diorit, Syenit, auftreten und darin wieder verschwinden. Diese Verhältnisse berechtigen zu der Annahme der Gleichzeitigkeit ihrer Bildung. Gar oft sind indessen die Gesteinlager scharf abgegrenzt gegen die umschliessende Gebirgsmasse, nicht selten in ihrer Structur ganz verschieden, wie z. B. die Marmorlager im Glimmerschiefer Tyrols und Graubündtens.

Von den Gesteingängen.

Die Gesteinmassen, welche Gebirgsbildungen durchsetzende Spalten erfüllen, heissen *Gesteingänge.* Die umgebende Gebirgsmasse nennt man *Nebengestein* und die Flächen, in welchen ein Gang dieses berührt, die *Saalbänder.* Diese sind die Grenze zwischen dem Gang und dem Nebengestein. Ist die Gangmasse von dem Nebengestein vollkommen abgesondert und von demselben leicht zu trennen, so sagt man, sie hat *Ablösung.* Ofters findet man den Gang mit seinem Nebengestein *verwachsen*; bald so, dass die Grenzen noch zu erkennen, die Massen aber von einander nicht abzutrennen sind, bald so vollkommen, dass die Grenzen verschwunden sind und Gang und Nebengestein gleichsam in einander verfliessen. Ein und derselbe Gesteingang ist aber oftmals stellenweise bald an der einen, bald an der andern Seite, d. h. bald im *Hangenden*, bald im *Liegenden* (welche Ausdrücke, wie mehrere andere bei den Gesteinlagern angeführte, die nachgewiesene Bedeutung haben) angewachsen oder abgelöst.

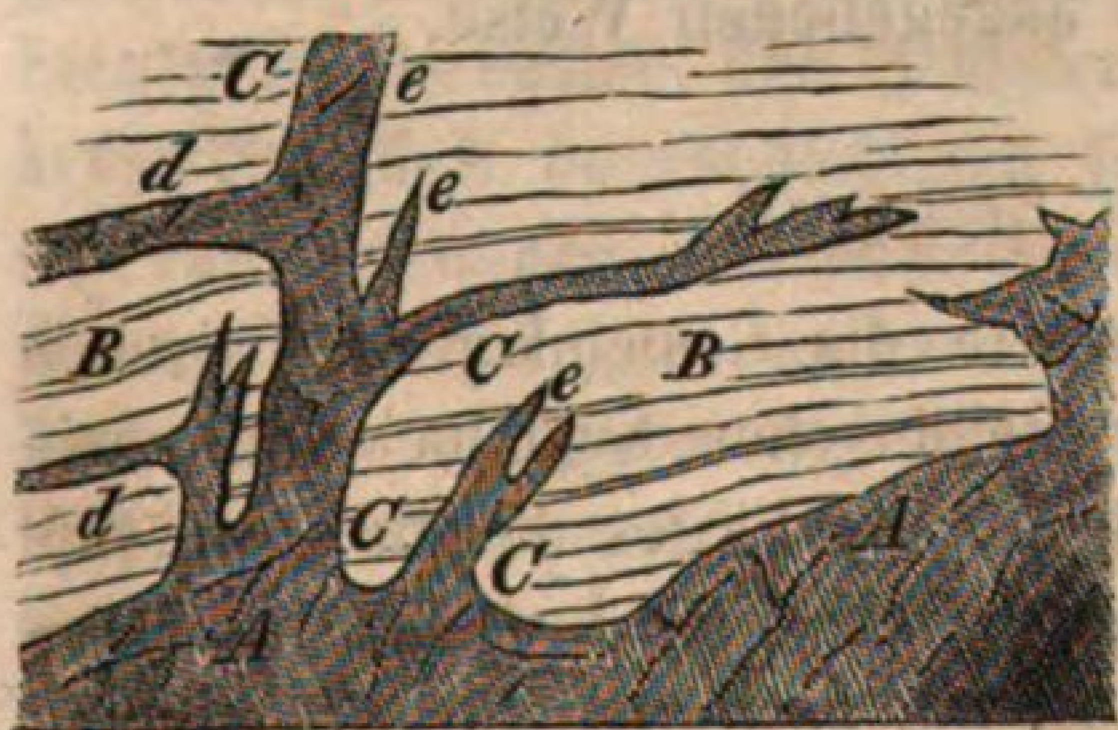
Bei den Gängen mit Ablösung befinden sich in der Regel schwache Lager einer thonigen Substanz an den Saalbändern, welche den Gang entweder durchaus oder nur stellenweise von dem Nebengestein trennen. Man nennt sie *Bestege.* Mitunter bestehen sie aus einer erhärteten Thonmasse, die öfters sowohl

mit dem Gang, als mit der Gebirgsmasse fest verwachsen ist. Sie liegen nicht immer an allen Puncten der Saalbänder; häufig nur an abgelösten Gangstellen, die mit solchen abwechseln, an welchen der Gang fest verwachsen ist.

An der Stelle der gewöhnlichen thonigen Bestege liegen bei manchen Gesteingängen *Conglomerate*, die hinsichtlich ihrer Zusammensetzung mehr oder weniger mit der Gangmasse übereinstimmen, oft aber auch Theile des Nebengesteins enthalten. Ihre Grundmasse ist gewöhnlich thonig. Diese eigenthümlichen Bestege-Bildungen zeigen sich vorzüglich bei Basalt-Gängen, und haben häufig die Beschaffenheit des Basalt-Tuffs (S. 79).

Die Gesteingänge durchsetzen sowohl verschiedene, durch Auf- oder Anlagerung mit einander verbundene, massige und schieferige krystallinische, als deutlich geschichtete Sediment-Bildungen und zeigen sich gar oft verzweigt und verästelt in verschiedenen Richtungen.

An vielen Stellen, wo solche Gesteingänge das geschichtete Sedimentgebirge oder schieferige krystallinische Bildungen durchsetzen, sieht man sie von einer unterliegenden, oder seitlich angrenzenden, grösseren, gewöhnlich stockförmigen, bisweilen lagerartig beschaffenen Masse ausgehen und wie Ausläufer oder Verzweigungen und Verästelungen derselben sich ausbreiten. Nebenstehende Figur stellt ein solches Verhältniss dar, wie es sich in der schottischen Gegend Cap Wrath darstellt. Es ist als eines der ausgezeichnetsten Beispiele von mehreren Schriftstellern beschrieben worden. Von der unterliegenden Granitmasse *A A* setzen die Gänge *C*, als Ausläufer von derselben, wie Adern in den Glimmerschiefer *B* über. Sie durchschneiden die Schieferlagen desselben bei *e e e* unter grossen Winkeln, während sie bei *d d d* zwischen denselben hinlaufen, an allen Puncten fest mit der Glimmerschiefermasse verwachsen, aber doch scharf gegenseitig abgegrenzt.



Die Gesteinmassen, welche in solchen Gängen auftreten, bestehen gewöhnlich aus einem durch und durch gleichartigen Gesteine, das öfters ausgezeichnete Structurverhältnisse zeigt.

Basaltgänge sieht man öfters säulenförmig zusammengesetzt, wobei die einzelnen prismatischen Zusammensetzungsstücke senkrecht auf den Saalbändern derselben stehen. Grünsteingänge sind bisweilen, wie diejenigen bei Steben in dem Nailaer Bergrevier in Thüringen, aus Kugeln von verschiedener Grösse zusammengesetzt, theils dicht, theils schalig. Beiderlei Gänge führen an den Saalbändern oft conglomeratische, tuffartige Bildungen. Selten sind Gesteingänge aus parallel mit den Saalbändern geordneten Lagen verschiedener Gesteinmodificationen oder verwandter Gesteine zusammengesetzt.

Von den besonderen Lagerstätten.

Man nennt mit nutzbaren Mineralien ausgefüllte Räume *besondere Lagerstätten.* Die Raumerfüllung findet bei diesen durch Mineralien statt, die nicht Gebirgsgesteine sind, oder in die Zusammensetzung derselben eingehen. Es sind vornämlich Erze, welche auf solche Weise vorkommen, Kiese, Glanze, Blenden, gediegene Metalle, die gewöhnlich von Quarz und einigen Spathen, Kalkspath, Schwerspath, Flussspath, Braunspath begleitet sind.

Ein Theil der besondereren Lagerstätten hat plattenförmige Gestalt, und bei diesen unterscheidet man *Erzlager* und *Erzgänge* nach der oben S. 233 angegebenen Weise.

Von den Erzlagern.

Bei den Erzlagern, welche wie die Gesteinlager, zwischen Schiefern oder Platten der krystallinischen Gesteine, oder zwischen den Schichten des Sedimentgebirges liegen (S. 233), nennt man die Mineralien, aus welchen sie bestehen, zusammengenommen, die *Lagermasse*; die nutzbaren derselben nennt man *Erze*, die nicht wie diese nutzbaren dagegen *Lagerarten.* Befindet sich ein Lager in einer geschichteten Gebirgsmasse, liegt es im Sediment- oder sogenannten Flötzgebirge, so heisst es ein *Flötz.* Ein solches Flötz liegt vollkommen zwischen den Schichten und parallel denselben, so dass es sie auf keinem Puncte schneidet. Es gehen keine Ausläufer von ihm aus und es verändert auch seine Masse nicht, wo es aufhört; es keilt sich zwischen den Schichten an den Enden bis zum Verschwinden aus. Erzlager dagegen, welche im krystallini-

schen Gebirge liegen, zwischen dessen Schichten oder plattenförmigen Zusammensetzungsstücken, schneiden nicht selten die Structurflächen, wie die Gesteinlager. Auch gehen von solchen Lagern, wie es einige Kupfererzlager in Ungarn zeigen, mitunter Ausläufer in Dach und Sohle, oder in das Hangende und Liegende über, und parallele Lager sind durch solche Ausläufer mit einander verbunden.

Sehr oft sieht man Mineralien, die zur Zusammensetzung des umschliessenden Gesteins gehören, der Lagermasse eingemengt und bisweilen nimmt ihre Menge dergestalt zu, dass sie die Oberhand gewinnen bis dahin, dass die eigentliche Lagermasse dadurch ganz verdrängt erscheint. Oftmals zeigt sich dieses Verhältniss stellenweise, wobei die erzführende Lagermasse durch *taube Mittel* unterbrochen erscheint. Nicht selten ist ein Erzlager an einzelnen Stellen ausgekeilt, wie *zusammengedrückt* und oft bis zur Berührung des Hangenden und Liegenden, aber in grösserer oder kleinerer Entfernung wieder in seiner früheren Mächtigkeit vorhanden, in welchem Falle man sagt, dass es sich wieder *aufthut*.

Die Lager, welche zwischen Gebirgsschichten liegen, sind in ihrer Stellung und Neigung von den gleichnamigen Verhältnissen der Schichten abhängig und zeigen wie diese in den genannten Beziehungen ein gleichförmiges, stätiges Verhalten. Liegen sie zwischen den Schiefern, Blättern oder Platten der krystallinischen ungeschichteten Gebirgsbildungen, so machen sie alle Biegungen und Krümmungen, überhaupt alle Veränderungen der Lage des sie umschliessenden Gesteins mit. Nicht selten ist dieses der Lagermasse eingemengt. Es treten insbesondere öfters Einmengungen von Serpentin, Grünstein, Granit, Porphyr, Quarz, Gyps und körnigem Kalk auf. Hat ein Erzlager eine senkrechte oder dieser nahe kommende Stellung, so sagt man, es *stehe auf dem Kopfe*; ist seine Lage horizontal, so sagt man, es *liege söhlig*. Von einem gegen den Horizont geneigten Lager sagt man, es *falle flach*, es sei *schwebend*, es sei *tonnlägig*, je nach der Grösse des Neigungswinkels, den man nach Graden angibt.

Ein Uebersetzen der Erzlager aus einer Gebirgsmasse in eine andere, ist noch nicht beobachtet worden. Sie bleiben vielmehr in der Ausdehnung gewöhnlich hinter der sie umschliessenden Gebirgsmasse zurück. Im Sedimentgebirge kom-

men Flötze von sehr grosser Ausdehnung vor, und eine solche zeigen vorzüglich viele Steinkohlenflötze, so wie das sogenannte Kupferschieferflötz, in Thüringen, im Mannsfeldischen u. s. w.

Befinden sich in einer Gebirgsmasse mehrere Erzlager von ziemlich gleicher Beschaffenheit, d. h. die ziemlich dieselben Erze und dieselben begleitenden Mineralien führen, so nennt man sie zusammen ein *Lagerdepot*. Sie liegen alle in einer und derselben Gebirgsmasse, gewöhnlich von der gleichen Modification des Gesteins umschlossen, und zeigen alle ein gleiches Verhalten gegen dasselbe. Beispiele von solchen Lagerdepots geben die Bleierzlager in Kärnthen; die Kieslager in der Gegend von Johanngeorgenstadt im Erzgebirge. Liegen in einer Gegend mehrere Lager von verschiedener Beschaffenheit beisammen, in einerlei Gebirgsmasse oder in verschiedenen, so nennt man die Gegend ein *Lagerrevier*. Die Gegend, in welcher mehrere Steinkohlenflötze vorkommen, nennt man ein *Kohlenrevier*, und in dieser Beziehung führt man z. B. an die Kohlenreviere Achen, Saarbrücken, Ruhr u. s. w. Da, wo die Kohlenflötze eine muldenförmige Stellung haben, bezeichnet man ihre Ablagerung mit dem Namen eines *Beckens*; man sagt: „das Kohlenbecken von Mons, von Lüttich u. s. w." Folgen mehrere Lager in einer gemeinschaftlichen Streichungslinie auf einander, so nennt man ihre Gesammtheit einen *Lagerzug*.

Die Zusammensetzung der Erzlager ist bald sehr einfach, bald sehr mannigfaltig. Eisenerzlager, Kieslager, so wie Steinkohlenflötze haben in der Regel eine sehr einfache Zusammensetzung. Zusammengesetzter sind Blei- und Kupfererzlager. Sie bestehen häufig aus verschiedenen Erzen und verschiedenen Mineralien, als Begleitern derselben. Bisweilen sind sie alsdann, wie mehrere schwedische, nach den Beobachtungen Hausmanns, aus abwechselnden Lagen verschiedener Erze zusammengesetzt, welche noch überdiess durch eine besondere Schale vom Nebengestein getrennt sind. Er hat diese Schalen (Skölar, des schwedischen Bergmannes) besonders ausgezeichnet bei dem Erzlager zu Sala und bei der grossen Erzlagerstätte zu Falun beobachtet. Ganz besonders sind die Kupfererzlagerstätten im Bannate aus mannigfaltigen Erzen und Mineralien zusammengesetzt.

Bisweilen sind die Erze gleichförmig in der ganzen Lagermasse vertheilt; bisweilen liegen sie nach Aussen, am Han-

genden oder am Liegenden, während im Innern nur Lagerarten vorkommen, und ein andermal liegen die Erze in der Mitte. Auch erscheinen mitunter die Erze und die Lagerarten in gesonderten Gruppen, so dass man Erzmittel und taube Mittel unterscheiden kann. Die Erzmittel halten zuweilen eine bestimmte Richtung ein, die nur selten mit der Richtung des Streichens oder Fallens übereinstimmt. Sie folgen entweder in dieser Richtung auf einander, oder sie dehnen sich in derselben aus.

Die Mineralien, welche die Erze begleiten, sind häufig derb, seltener krystallisirt. *Drusen* sieht man nur ausnahmsweise; ihre Krystalle bestehen aus denselben Mineralien, welche die Wände der Drusen bilden. *Bestege* sind ebenfalls in wenigen Fällen beobachtet worden und ebenso *Bruchstücke* des Nebengesteins.

Verschieden von diesen Lagern, welche innerhalb einer grösseren Masse liegen, sind diejenigen Lager, welche sich *zwischen zwei verschiedenen* Gebirgsmassen befinden. Man nennt sie *Zwischenlager.* Ihre Lage ist nicht, wie bei jenen, durch die Structur der Gebirgsmasse bedingt, sondern hängt vorzüglich von der Beschaffenheit des Hangenden und Liegenden ab, die den Raum begrenzen, welchen sie ausfüllen. Welche Biegungen und Krümmungen diese machen, unter welchem Winkel sie gegen den Horizont geneigt sind, davon ist die Gestalt des Zwischenlagers, sein Verhalten im Streichen und Fallen abhängig. Nicht selten wird das Liegende eines solchen Lagers durch eine ungeschichtete Masse, das Hangende durch eine geschichtete Masse gebildet, und dann ist es besonders auffallend, wie dasselbe allen Biegungen des ersteren folgt, die Schichtenstellung des letzteren sei welche sie wolle.

Die Figuren 5, 6 und 7 auf Tafel V werden zur Erläuterung der angegebenen Verhältnisse der Lager dienen. Figur 5 ist ein Durchschnitt des *Rammelsberger Erzlagers*, welches seit Kaiser Otto I. Zeit (im Jahr 969) im Abbaue steht, den man heute noch durch Feuersetzen betreibt. Das Lager befindet sich zwischen den Schichten des Thonschiefers und bildet nach unten eine Gabel. Figur 6 stellt die Verhältnisse des *Eisensteinlagers* am *Grefenhagensberge* bei *Elbingerode* dar. Das Liegende desselben ist ein geschichteter Kalkstein. Das Lager folgt gänzlich den Biegungen, die seine Oberfläche macht.

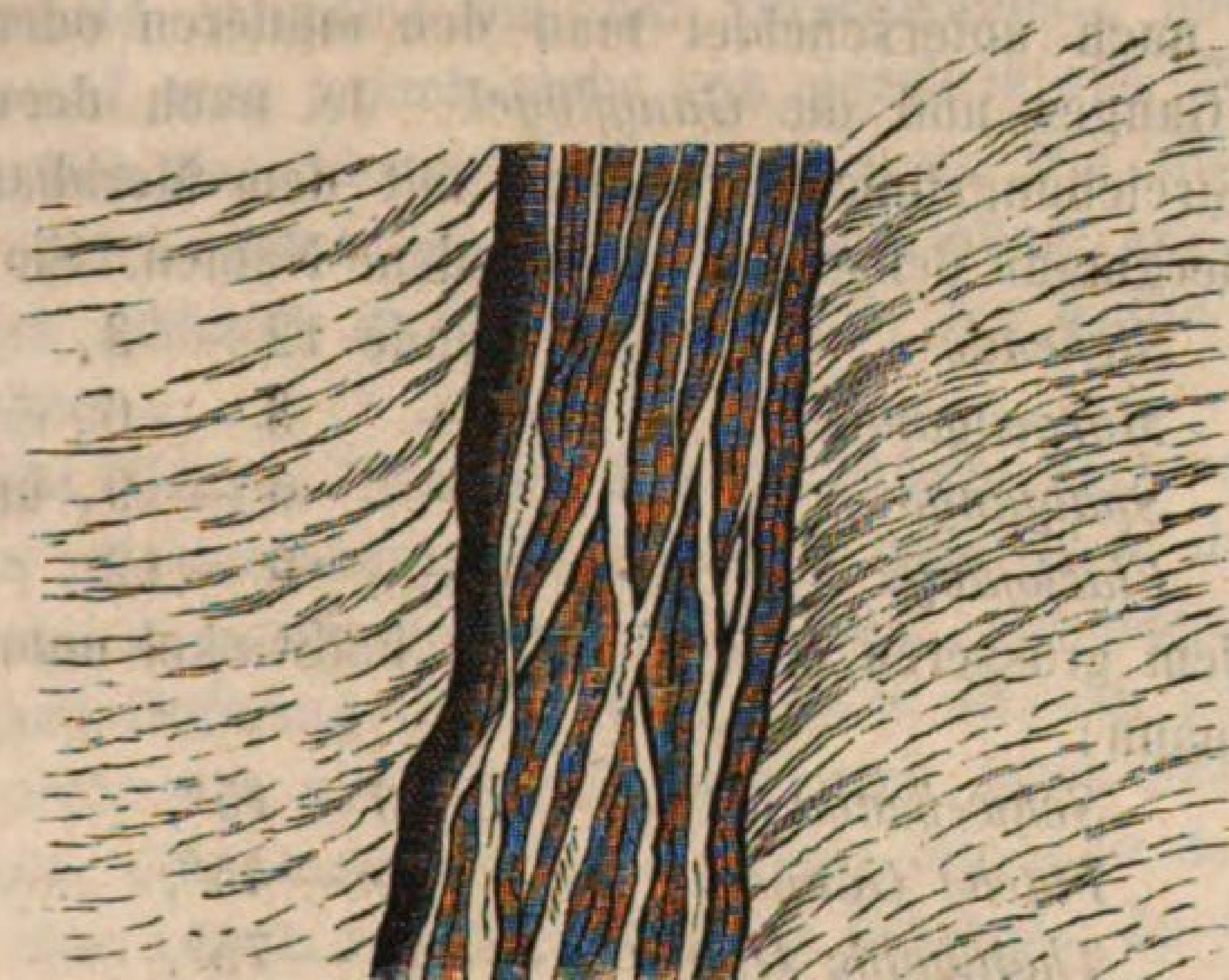
Das Hangende bildet Thonschiefer, dessen Schichten gegen das Lager einfallen. Eine Schale von Kalk und schalsteinähnlichem Schiefer trennt dasselbe vom Hangenden. In der oberen Teufe besteht der grösste Theil des Lagers aus Brauneisenstein, der mit Braunstein untermengt ist. Wir sehen hier ein Zwischenlager, welches sich zwischen zwei verschiedenen, geschichteten Gebirgsmassen befindet. Figur 7 gibt eine Ansicht des *Bleiglanzlagers*, worauf die Grube Haus-Baden bei *Badenweiler* am Schwarzwalde angelegt ist. Das Liegende desselben besteht aus ungeschichtetem Granit. Wie dieser in der Tiefe sich verflächt, wird auch der Neigungswinkel des Lagers kleiner, welches nicht nur im Fallen, sondern auch im Streichen, allen Krümmungen des Granites folgt. Das Hangende bilden bunte Mergel, Keupermergel, die nicht scharf von der Lagermasse geschieden, sondern auf vielen Puncten in ihrer Nähe sich mit derselben vermischt zeigen.

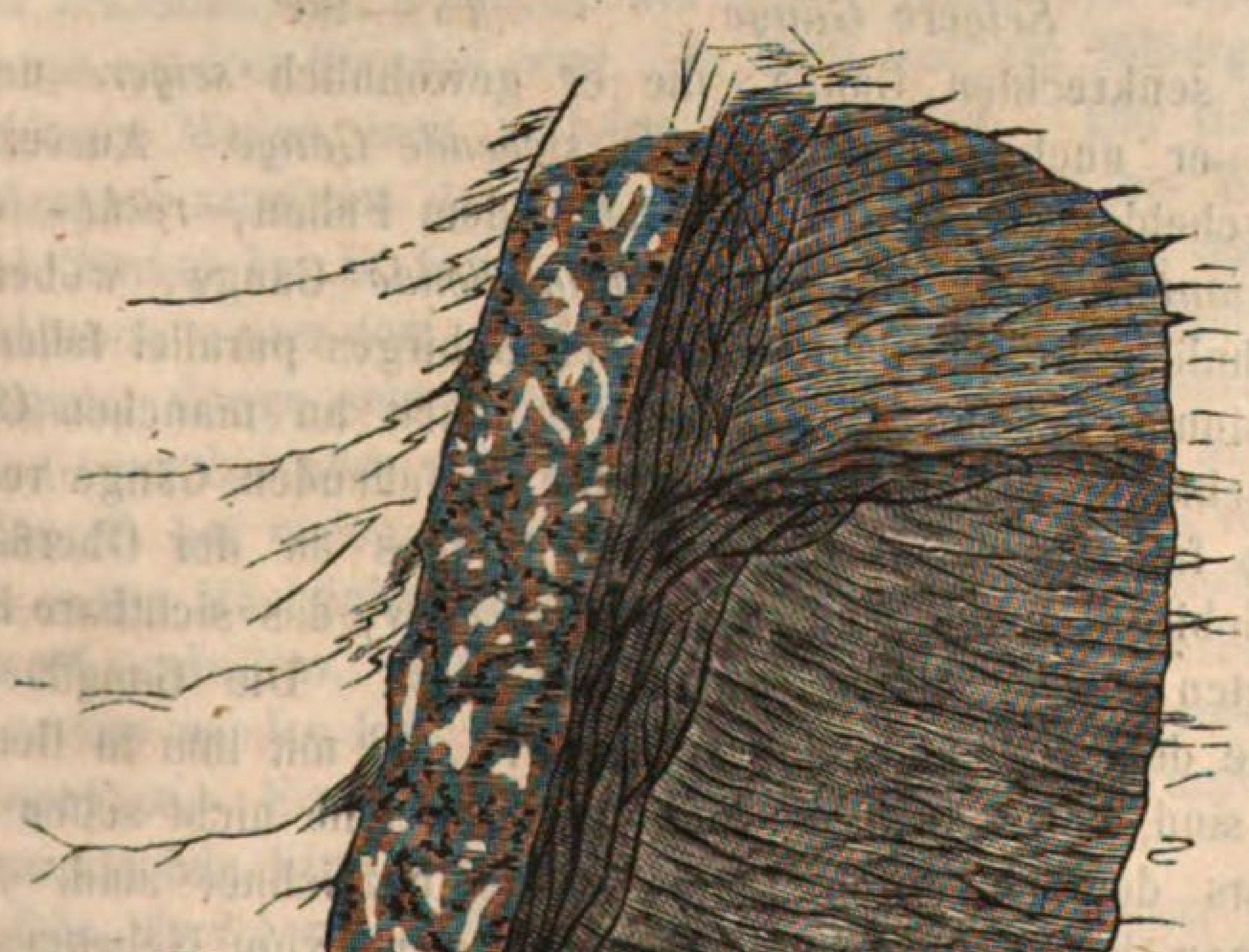
Wenn die Masse der Erz- oder Gesteinlager den Einflüssen der Witterung kräftiger widersteht, als das sie umschliessende Gestein, so erscheinen sie im Verlaufe der Zeit an der Oberfläche der Gebirgsmasse als Hervorragungen, die, nach der Gestalt des Lagers, mauerförmig oder kuppen- und buckelförmig sind und wie aufgesetzte Massen erscheinen. Wir haben dieser Erscheinung bereits oben bei der Lagerung erwähnt. Verwitternde Gebirgsmassen, die solche Lager einschliessen, erhalten durch das Hervorragen derselben öfters ein eigenthümliches malerisches Ansehen. Die oben beschriebene Haus-Badener Erzlagerstätte ragt an ihrem Südende wie ein breiter Mauerstock hervor. Im krystallinischen, so wie im Sediment-Schiefergebirge der Alpen ragen untergeordnete Quarzlager, Porphyr-, Serpentin-, Granit-Stöcke an vielen Stellen als isolirte Hörner aus den umgebenden Schiefern hervor. Mächtige Quarzlager, welche der Verwitterung besser widerstanden, bilden am Ural die höchsten Puncte der Glimmerschieferzüge, welche sie kuppenartig bedecken. Die vegetationslosen, schroffen Quarzwände steigen weit über den Schiefer empor. Aus dem Gneis- und Glimmerschiefergebirge Schlesiens ragen grosse Kalksteinlager hervor, deren hohe und steile Berge durch blendend weisse Felsenwände sich schon von ferne auszeichnen. Grünsteine, Serpentine, Porphyre erheben sich am Harze, im Thüringer Walde, in den

Vogesen und im Schwarzwalde häufig in Kuppen, Stöcken und Mauern und überragen die umschliessende Masse.

Von den Erzgängen.

Plattenförmige Erzlagerstätten, welche sich als Ausfüllung vorher entstandener *Spalten* darstellen, nennt man *Gänge*. Man sieht sie gewöhnlich als einfache Gangplatten, meist mit einigen schmalen Trümmern oder Klüften zur Seite, wie es untenstehende Figuren darstellen. Sie durchsetzen die Gestein-





schichten, die Platten oder Schiefer, überhaupt die Structurflächen, sowohl dem Streichen als dem Fallen nach, sind aber

auch bisweilen parallel mit denselben. Wie bei den Lagern, so heisst auch hier das Gestein, welches den Gang einschliesst, das *Nebengestein*, und der Theil des Nebengesteins, auf welchem der Gang liegt, das *Liegende*, und derjenige Theil, welcher den Gang bedeckt, das *Hangende*. Die Dicke des Ganges, durch den senkrechten Abstand des Hangenden vom Liegenden bestimmt, heisst gleichfalls die *Mächtigkeit*.

Wie bei den einzelnen Schichten und den Lagern, so wird auch bei den Gängen Streichen und Fallen bestimmt. Dem Streichen nach unterscheidet man den mittleren oder *Haupttheil* des Ganges und die *Gangflügel*. Je nach dem Winkel, den die Streichungslinie der Gänge mit dem Meridian macht, gibt der Bergmann denselben verschiedene Namen. Sie heissen:

Stehende	von	Stunde	12 — 3,
Morgengänge	—	—	3 — 6,
Spatgänge	—	—	6 — 9, und
Flachgänge	—	—	9 — 12.

Nach dem grösseren oder kleineren Fallwinkel unterscheidet der Bergmann:

Schwebende Gänge	von	0 — 15°,
Flache Gänge	—	15 — 45°,
Thonlägige Gänge	—	45 — 75°,
Seigere Gänge	—	75 — 90°.

Die senkrechten Gänge, die er gewöhnlich *seigere* nennt, heisst er auch *auf dem Kopfe stehende Gänge*. Ausserdem unterscheidet der Bergmann, nach dem Fallen, *recht*- oder *rechtsinnigfallende* und *widersinnigfallende* Gänge, wobei er gewöhnlich die mit dem Abfall des Gebirges parallel fallenden rechtsinnig heisst. Doch nennt er auch an manchen Orten die Mehrzahl der nach einer Richtung fallenden Gänge rechtsinnig fallende. Das Ende eines Ganges an der Oberfläche des Gebirges nennt man sein *Ausgehendes*, das sichtbare Hervortreten dieses Endes sein *Ausbeissen*. Die Gangflächen, welche dem Nebengesteine zugekehrt und mit ihm in Berührung sind, heisst man die *Saalbänder*, welche nicht selten besonders deutlich durch Lettenbestege bezeichnet sind. Sie sind gewöhnlich fest, und wenn der Gang vom Nebengestein deutlich geschieden ist, oft glatt und spiegelig, und dann nicht selten in der Richtung des Fallens gestreift oder gefurcht. Manchmal findet eine Streifung in der Streichungslinie, weit

häufiger aber in diagonaler Richtung statt. Diese gestreiften oder gefurchten, sehr oft ganz glatten Flächen heissen *Gangspiegel*, *Spiegelflächen*, *Harnische*, auch *Rutschflächen*. Nicht selten sind diese Spiegel mit grauem Letten überdeckt. Oft liegen deren in dünnen Platten, von Messerrückenstärke, mehrere über einander, mit Streifungen nach verschiedener Richtung. Die Streifen gehen in der Regel geradlinigt fort, erleiden jedoch auch Unterbrechungen, werden öfters undeutlich und verändern ihre Richtung. Bald tiefer, bald flacher und breiter, bald schmäler bis zum Verschwinden, hören sie oft plötzlich auf, was jedoch mehr von einzelnen gilt. Nicht selten zeichnet sich das *Liegende* der Gänge, so wie die Gangbiegungen durch diese interessante Erscheinung aus, die ganz besonders zahlreich da beobachtet wird, wo Klüfte die Gänge durchsetzen.

Es gibt Gänge, welche dem Streichen nach auf grosse Strecken zusammenhängend sind, sich weit durch das Gebirge fortziehen, und von solchen sagt man, sie *setzen ins Feld*. Der Neuen-Hoffnung-Gottes-Gang, bei St. Blasien im Schwarzwalde, zieht sich über drei Stunden weit durch das hohe Gebirge fort; der Gang von la Croix-aux-Mines in den Vogesen ist auf eine Länge von 2½ Stunden bekannt. In der Gegend von Clausthal und Zellerfeld am Harze erstrecken sich einige Gänge an drei Stunden weit. In Chili soll ein Silbergang 90 englische Meilen weit verfolgt worden sein. Der Gang von Holzappel setzt von der Lahn bis an den Rhein, bis Wellmich und Werlau bei St. Goar, ja wahrscheinlich bis an die Mosel und noch weiter fort, auf 15 bis 20 Stunden. Auch einige Siegener Gänge setzen sehr weit ins Feld. Der grösste Theil der Gänge hat aber eine kleinere Längenerstreckung und diese übertrifft bei vielen nicht 600 Lachter. Mitunter hört ein Gang bei voller Mächtigkeit plötzlich auf, und man sagt alsdann, er sei *abgeschnitten*. Setzt er nach einer solchen Unterbrechung seitwärts wieder fort, so sagt man, er sei *verschoben* oder *verworfen*. Eine solche Erscheinung ist immer durch eine übersetzende Kluft hervorgerufen.

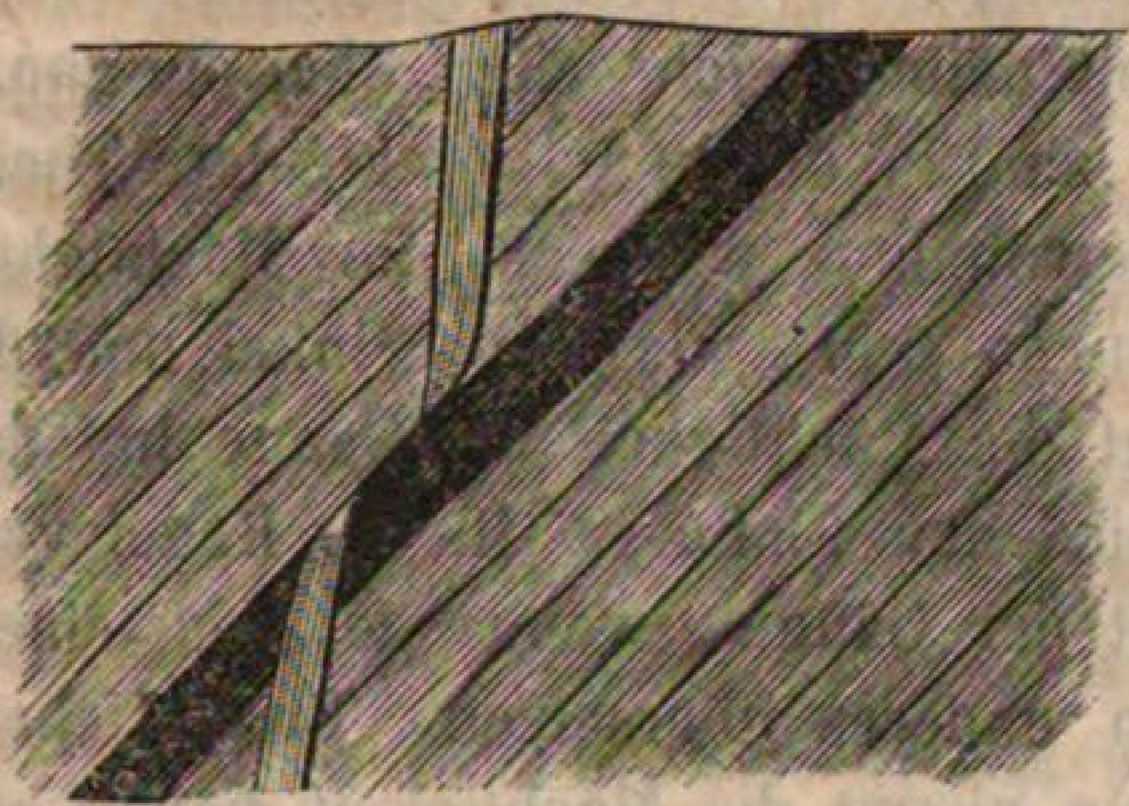
Das *Streichen* der Gänge folgt nicht immer einer geraden Linie. Es machen viele Gänge grössere und kleinere Wendungen in der Richtung des Streichens, und zuweilen zusammengesetzte Biegungen. Der Bergmann sagt: Der Gang ver-

ändert die Stunde, kommt aus der Stunde. Gewöhnlich sind die Biegungen nur partiell und der Gang nimmt das frühere Streichen bald wieder an. Selten macht ein Gang eine starke Krümmung, oder mehrere knieförmige Biegungen hinter einander.

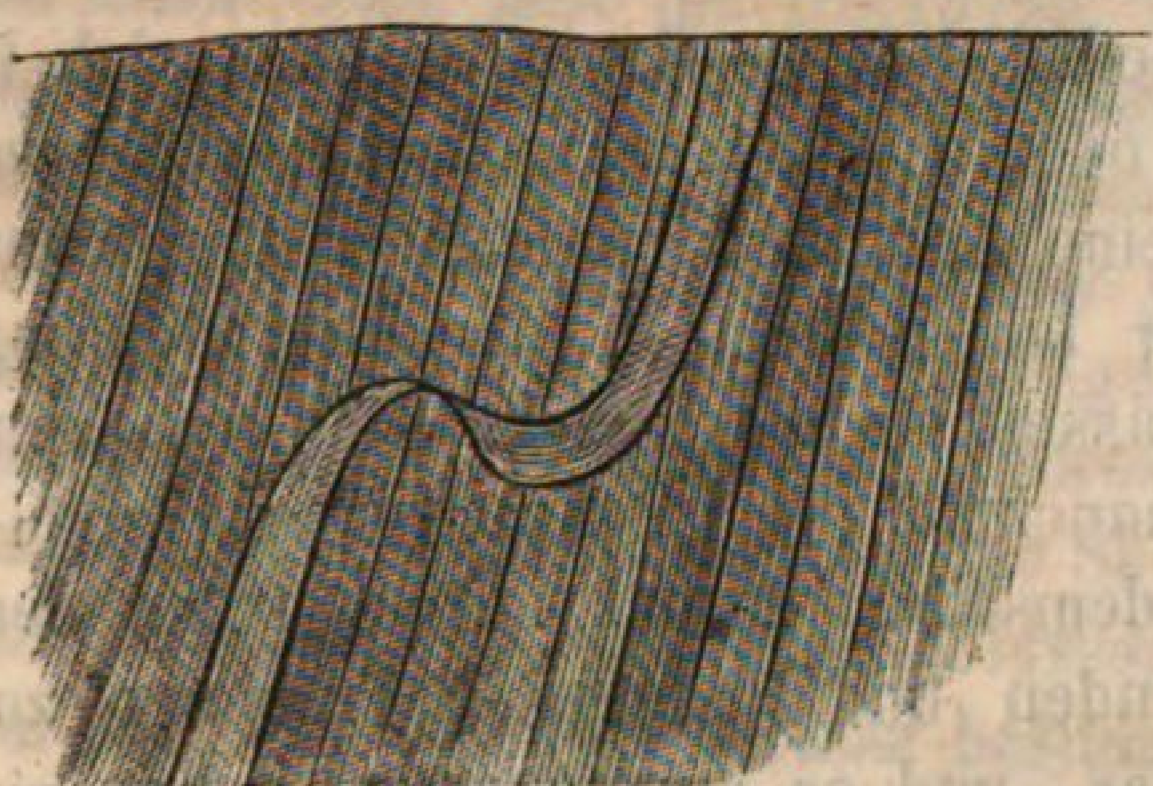
Was das *Niedergehen* der Gänge in die Tiefe betrifft, so ist höchst wahrscheinlich, dass sie in eine sehr bedeutende Tiefe niedersetzen, indem man noch niemals das wahre Ende eines Ganges nach abwärts gefunden hat. Allein es fehlt noch gänzlich an einer genauen Bestimmung dieses Verhältnisses, da der Bergbau, der hierüber allein Aufschluss geben kann, niemals bis zu einer sehr bedeutenden Tiefe getrieben wird, entweder weil die zusitzenden Wasser es unmöglich machen, oder weil überhaupt die Kosten des Baues nicht mehr in einem richtigen Verhältnisse zur Ausbeute stehen und in der Tiefe ausserordentlich zunehmen. Auf dem Samsoner Gang zu Andreasberg am Harze ist ein Schacht über 2000 Fuss abgesunken und werden in dieser Tiefe Erze abgebaut. Am Röhrerbühl, Landgerichts Kitzbühl in Tyrol, wurde ein Gang bis auf 2916 Fuss abwärts verfolgt. Er war hier noch in voller Erzführung. Die alten Gruben zu Kuttenberg in Böhmen sind nach Fr. A. Schmidt auf einem Gange bis in eine Tiefe von 3545 Fuss niedergetrieben worden (S. 109).

Der Winkel, den die Gänge mit dem Horizont machen, und selbst die Richtung, nach welcher die Neigung stattfindet, ist vielen Veränderungen unterworfen. Sehr selten fällt ein Gang vollkommen gleichmässig. Der Fallwinkel variirt gemeiniglich etwas in verschiedenen Tiefen, und die Wendungen in der Richtung des Fallens sind bald mehr, bald weniger beträchtlich und zuweilen so stark, dass sie verkehrt wird. Das auf Tafel VI Figur 1 mitgetheilte Profil vom Neufanger und Samsoner Hauptgang, mit dem ersten hangenden Trumm, wird diese Verhältnisse erläutern. Man sieht hier die verschiedenen Krümmungen, die der Hauptgang im Fallen macht, und die vollkommen verkehrte Richtung des Einfallens in grösserer Tiefe, und wie gegen die grösste Tiefe zu der Gang seine erste Verflächung wieder annimmt. Aehnliche Erscheinungen in der Veränderung des Fallwinkels, so wie in der Richtung des Fallens, zeigt das hangende Trumm. Die Unterbrechung des Fallwinkels zeigt sich bisweilen auch in der Art, dass der Gang im geschichteten Gebirge im Niedergehen auf einer festen

Gesteinbank sich bis auf ein schwaches Bestege verdrückt, wie es beistehende Figur zeigt, eine Zeitlang mit dem Fallwinkel der festen Bank darauf fortgeht und hierauf mit seiner allgemeinen, oder mit einer wenig davon abweichenden Fallrichtung die feste Bank durchsetzt und mit seiner früheren Mächtigkeit weiter niedergeht.



Die Veränderungen im Fallen sind oft so bedeutend und so rasch, dass dadurch sattel- und muldenförmige Biegungen gebildet werden, wie es die Figur zeigt und bei manchen Gängen im niederrheinischen Schiefergebirge wahrgenommen wird. Nicht selten ist der Gang auf den Sattelbiegungen verdrückt und das Nebengestein sowohl hier als in den Mulden mehr oder weniger aufgelöst.



Die *Mächtigkeit* der Gänge ist ausserordentlich verschieden und variirt von 1 Zoll bis zu 20 und 24 Lachtern, ja selbst bis zu 50 Lachtern. Solche mächtige Gänge sind indessen selten, und die mehrsten Gänge, auf welchen Bergbau getrieben wird, haben eine Mächtigkeit von mehreren Zollen bis zu höchstens 3 Lachtern, wie die zahlreichen, durch Grubenbau bekannten Gänge des Erzgebirges, des Harzes, der Vogesen, des Schwarzwaldes, des Rheinlandes u. s. w. lehren.

Sehr wenige Gänge zeigen eine durchaus gleiche Mächtigkeit. Gemeiniglich folgen Erweiterungen und Zusammenziehungen mehrfach auf einander. Nimmt die Mächtigkeit zu, so sagt man; *Der Gang thut sich auf*; nimmt sie beträchtlich ab, so sagt man, er sei *verdrückt*. So ist oft an einer Stelle der Gang bis auf mehrere Lachter erweitert, an einer anderen dagegen bis auf einige Zolle zusammengezogen, oder bis zu

einer schmalen Schnur verdrückt, nimmt aber nach einigen Lachtern seine mittlere Mächtigkeit wieder an. Diese Veränderungen in der Mächtigkeit dehnen sich selten über die ganze Höhe des Ganges aus und sind in der Regel auf kleinere Theile desselben beschränkt. Gewöhnlich wechselt die Mächtigkeit von Tag in die Teufe eben so sehr, als der Winkel und die Richtung des Fallens. Auf die Mächtigkeit der Gänge hat das Nebengestein einen entschiedenen Einfluss. In der Regel verändert sich die Mächtigkeit der Gänge, wenn sie von einem bestimmten Gestein in ein anderes übersetzen. Beim Uebergang in ein festeres Gestein nimmt die Mächtigkeit häufig ab; jedoch auch umgekehrt. Beim Eintritt in ein weicheres Gestein zeigen sich die Gänge sehr häufig zertrümmert.

Wird ein Gang nach seinem Streichen oder Fallen immer schmäler, und verliert er sich endlich ganz, so sagt man: *Er keile sich aus.* Gar oft theilen sich die Gänge, trennen sich in zwei Theile, *gabeln sich*; oder zerfallen in mehrere, *zertrümmern sich.* Schmale, kleine Gangtheile nennt der Bergmann *Trümmer.* Diese Trümmer laufen bald in der Hauptrichtung des Ganges fort; bald verlassen sie diese und laufen von dem Gange ab, kehren auch manchmal in der Entfernung von einigen Lachtern wieder zu demselben zurück. Auch fallen den Gängen häufig vom Liegenden und Hangenden Trümmer zu, namentlich vom Tage nieder, und so erreicht nicht selten ein Gang, der in seinem oberen Theile eine geringe Mächtigkeit hat, durch zufallende Trümmer in grösserer Teufe eine ansehnliche Stärke. Man kann es als Regel ansehen, dass die Gänge gegen das Ausgehende mehr zertrümmert sind, als in grösserer Teufe. Diese Erscheinung steht mit derjenigen in einer gewissen Beziehung, die uns zeigt, wie das Gebirge selbst gegen das Ausgehende der darin aufsetzenden Gänge, weniger geschlossen, und oft zertrümmert und zerklüftet ist. Dies hat einen wesentlichen Einfluss auf die Umwandlung der Gangmasse durch Einwirkung der Atmosphäre.

Die Masse des Ganges (*Gangmasse*) wird durch ein Mineral, oder durch mehrere, durch ein Gestein oder durch ein Gemeng eines Gesteines mit Mineralien gebildet. Der Bergmann unterscheidet *Erze* und *Gangart.* Unter jenen versteht er die nutzbaren metallischen Mineralien, die auf dem Gange vorkommen; unter diesen die Substanzen, welche die Erze begleiten. Er

nennt ferner Gänge, welche erzreich sind, und insbesondere solche werthvolle metallische Mineralien führen, *edle*; erzlose Gänge nennt er *taube*; Gänge, deren Masse aus Thon, Letten, oder aufgelösten Gesteinen besteht, heisst er *faule*. An vielen Orten heissen faule Gänge auch *Klüfte*; am Harze heissen sie *Ruscheln* oder *Geschiebe*.

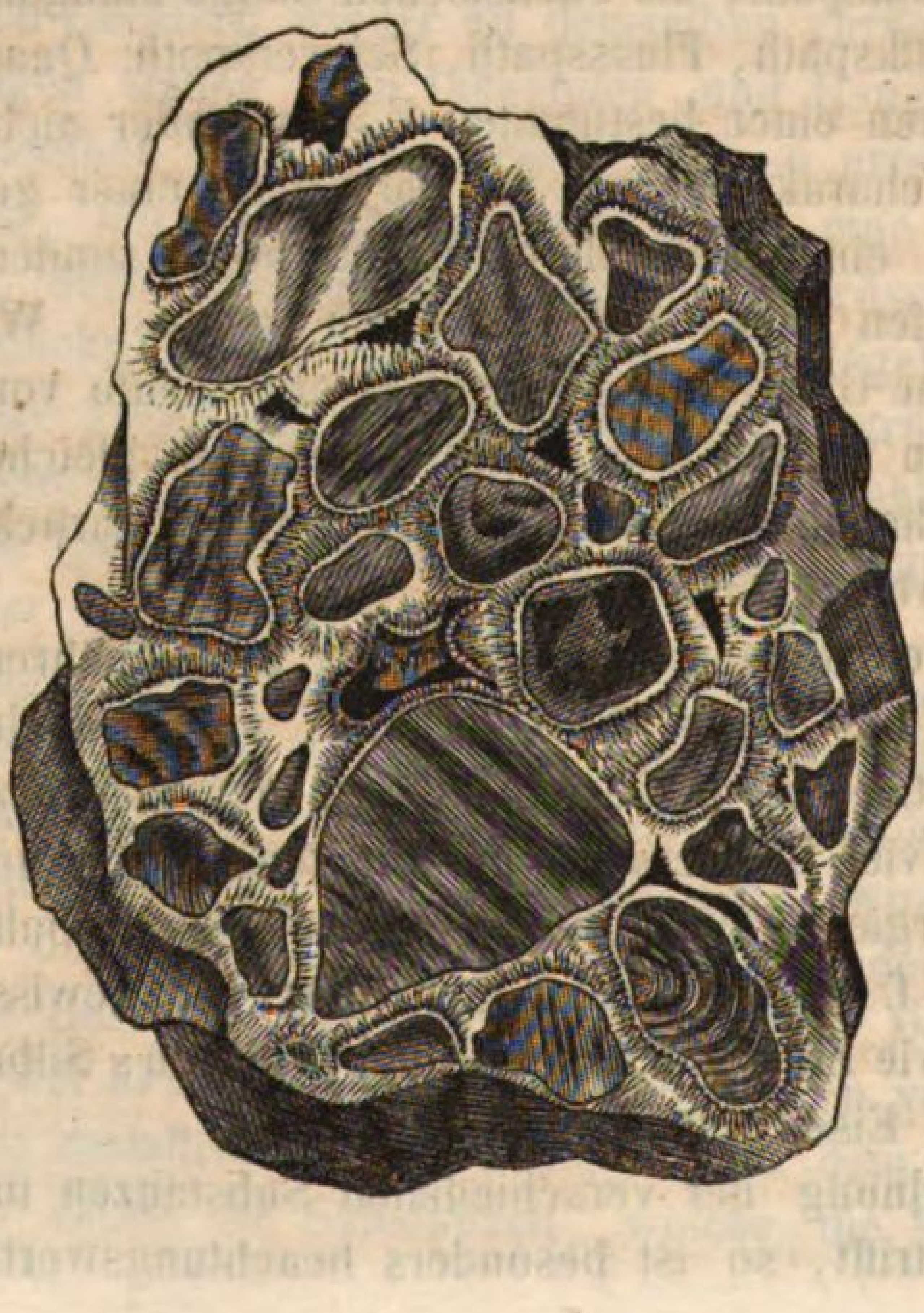
Kalkspath, *Flussspath*, *Schwerspath*, *Braunspath* und *Quarz* erscheinen am häufigsten als Gangarten. Selten besteht ein Gang aus einer einzigen Gangart; gewöhnlich sind mehrere vereinigt und eine ist dann häufig vorwaltend. Im südlichen Schwarzwalde treten Flussspath und Quarz als die wichtigsten Gangarten auf. Bald waltet dieser vor, bald jener. Im nördlichen Schwarzwald erscheinen dagegen Schwerspath, Kalk- und Braunspath am häufigsten als Gangarten, und es haben bald diese, bald jene die Oberhand. Im Witticher und Schiltacher Revier waltet der Schwerspath vor; im Wolfacher der Kalk- und Braunspath; im Neuenbürger, Pforzheimer und Freudenstadter Revier sieht man nur als Seltenheit eine andere Gangart als Schwerspath. Die Gänge im Wasgau führen vorzüglich Quarz; die Gänge zu Andreasberg am Harze insbesondere Quarz und Kalkspath; die Sächsischen Gänge Manganspath, Braunspath, Kalkspath, Flussspath, Schwerspath, Quarz u. s. w. Das Vorwalten einer bestimmten Gangart oder mehrerer ist nicht blos charakteristisch für die Gänge einer gewissen Gegend, oder einer besonderen Erzführung, sondern auch für gewisse Teufen eines und desselben Ganges. Wir sehen öfters, dass eine Gangart in einer grösseren Teufe vorwaltet, die in oberen Teufen von einer anderen in gleicher Menge begleitet war, die aber nun mehr oder weniger zurücktritt oder auch ganz verschwindet.

Auf den erzführenden Gängen kommen in der Regel mehrere Metalle zugleich vor; hat eines die Oberhand, so wird der Gang darnach benannt. Die Eisenstein-Gänge des Schwarzwaldes enthalten alle viel Braunstein, die Bleigänge Zink und Silbererze, die Kupfergänge Blei und Eisenerze, die Kobaltgänge Silbererze u. s. f. Auch findet man gar oft gewisse Metalle beisammen, wie Zinn mit Arsenik und Wolfram; Silber mit Arsenik und Blei; Eisen mit Mangan.

Was nun die Anordnung der verschiedenen Substanzen innerhalb der Gänge betrifft, so ist besonders beachtungswerth,

dass sie fast durchgehends von den Saalbändern nach dem inneren Theile des Ganges zu, entweder in *Schalen*, oder in parallelen *Streifen* liegen.

Die Schalen bestehen oft aus wechselsweise sich deckenden Lagen von Gangart und Erz, sind eigentliche Rindenbildungen, im Allgemeinen geradflächig, öfters aber auch nach den Flächen gekrümmt, an welche sie sich anlegen; mitunter auch durch mechanische Kräfte gebogen, geknickt und zuweilen ganz zertrümmert. Sie sind von krystallinischer Beschaffenheit, oft wahre Krystallkrusten, bestehen häufig aus schön ausgebildeten *Krystallen*, und diese sind immer nach dem Innern des Ganges gerichtet. Diese Krystalle lassen nicht selten die für Gangverhältnisse so wichtige Thatsache wahrnehmen, dass Krystallflächen, welche frei und nach dem Innern des Ganges gerichtet sind, sich wieder mit Erztheilen bedeckt zeigen. Auf dem Teufelsgrunder-Gang, im Münsterthal des Schwarzwaldes, sind allezeit die nach oben gekehrten Krystallflächen mit Erz überzogen. Es kommen auch concentrische Schalenbildungen vor. Der Kern dieser Sphäroide wird durch ein Bruchstück des Nebengesteins oder einer Gangart gebildet. Die Krystalle sitzen aussen herum. Krystallinische Gangarten und Erze umkleiden jedes Bruchstück und bilden eine Kruste oder Schale um dasselbe, wobei die einzelnen Krystalle, wenn sie ausgebildet sind, oder die stängeligen Zusammensetzungsstücke der überziehenden Rinde, rechtwinkelig auf der Oberfläche des Bruchstückes stehen. Bis-



weilen besteht die Schale aus mehreren concentrischen Lagen. Kein Bruchstück berührt das andere unmittelbar; ihre Zwischenräume sind öfters nicht ganz ausgefüllt; die ihnen zugekehrte Schalenseite ist häufig überdrust. Vorstehende Figur gibt die Ansicht dieser, die Gänge charakterisirenden Gebilde.

Auf manchen Gängen zeigt sich ein eigenthümlicher Wechsel von Schalen ganz verschiedenartiger, bald erdiger, bald metallischer Mineralien. Haben die Theile eines Ganges ihre ursprüngliche Lage behalten, so entsprechen sich die Schalen beider Seiten des Ganges genau, und kommen von beiden Saalbändern bis zur Mitte in ganz gleicher Reihenfolge vor. Hat aber bei einer Senkung des Nebengesteins ein Theil des Ganges sich mitgesenkt, so ist diese Regelmässigkeit der Aufeinanderfolge nicht wahrzunehmen.

In der Mitte der Gänge befinden sich häufig leere Räume von länglichter Gestalt, deren Hauptdurchschnittsebene mit den Saalbändern parallel ist, und deren Wände gewöhnlich durch die zusammenstossenden, innersten Schalen gebildet werden. Man heisst diese Räume *Drusenräume*, oft auch geradezu *Drusen*. Sie sind meist mit Krystallen verschiedener Mineralien ausgekleidet und liefern die schönsten und regelmässigsten Krystalle. Im südlichen Schwarzwalde kommen auf dem Bildsteiner- und dem Teufelsgrunder-Gang oft Drusenräume vor, welche die zierlichsten Krystalle von Flussspath, Schwerspath und Kalkspath einschliessen und nicht selten mehrere Fuss im Hauptdurchmesser haben. Die Bergkrystalle kommen in Drusen auf Quarzgängen vor. Der grösste Theil der Krystalldrusen, welche in Cabinetten aufbewahrt werden, kommen von Gängen. Die grösste Gangdruse, welche bis jetzt beobachtet worden ist, hat man im Jahre 1772 auf einem Gang zu Joachimsthal in Böhmen angehauen. Sie war 11 Lachter lang, 9 Lachter weit, mehr als 12 Lachter tief und mit Wasser angefüllt. Auf dem Gange Fünf-Bücher-Moses zu Andreasberg fand man im Jahre 1785 eine Druse, die über 5 Lachter im Durchmesser hatte und mit schönen, ungewöhnlich grossen Kalkspathkrystallen ausgeschmückt war, von welchen ein Theil in der academischen Sammlung in Göttingen aufbewahrt wird. Grosse Drusen führen die mehrsten Gänge des südlichen Schwarzwaldes und die Eisensteingänge des Reviers Siegen.

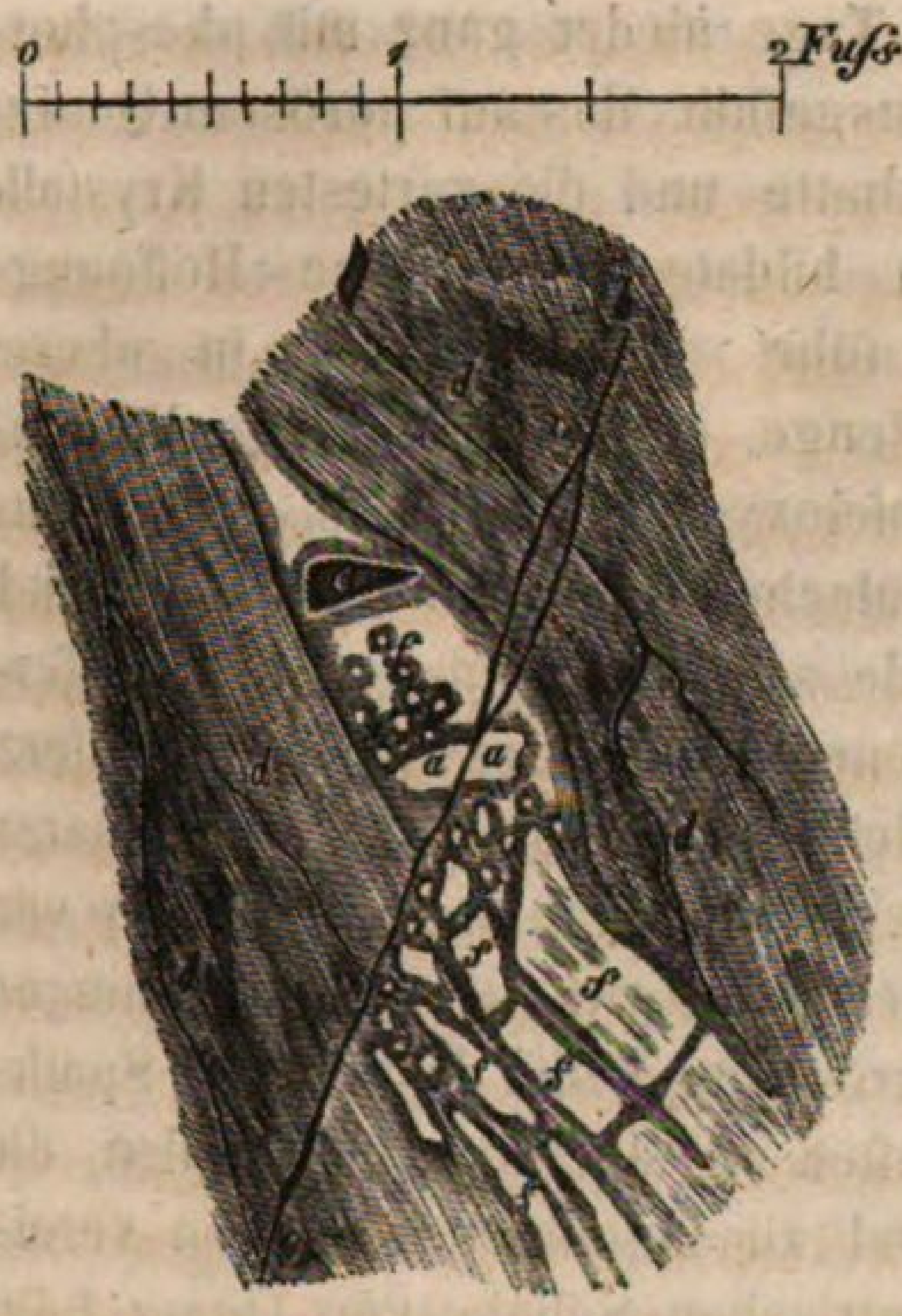
Die *Streifen*, durch abwechselnde Lagen von Erz und Gang-

art gebildet, welche auf den Gängen oft bandförmig neben einander fortziehen, unterscheiden sich von den oben beschriebenen Schalen dadurch, dass sie niemals merklich gebogen oder gar sphäroidisch vorkommen; dass selbst deutlich theilbare Mineralien in denselben nur kleinkörnig oder dicht auftreten, und die nach dem Innern des Ganges gekehrte Fläche derselben nicht krystallisirt ist. Nicht selten findet man zwischen den einzelnen Streifen vollkommen ausgebildete Spiegel. Innerhalb der einzelnen Streifen liegen glatte, zuweilen schwach gefurchte Flächen, die ein mechanisches Hinderniss der krystallinischen Ausbildung der die Streifen bildenden Substanzen verrathen. Oefters kommen auf einem Gange Streifen und Schalen unmittelbar neben einander und mit einander wechselnd vor.

Von einem besonderen Interesse sind die oft mit anderen Gangmassen wechselnden, mit den Saalbändern parallelen Streifen von Thon- und Kieselschiefer. Sie sind gewöhnlich dünn und keilen sich so allmählig aus, dass man ihr Ende kaum bestimmen kann. Man hat sie auf Gängen beobachtet, die Meilen weit von den nächsten Lagern dieser Gesteine entfernt sind.

Auf allen Gängen mit deutlicher Schalenbildung kommen *Bruchstücke* des Nebengesteins vor, welche sich niemals unmittelbar berühren, so nahe sie auch beisammen liegen. Sie entsprechen nicht immer dem Nebengesteine derjenigen Gangteufe, in welcher sie sich finden; man erkennt aber in der oberen Teufe in der Regel das Gestein, von dem sie herrühren. Ihre Form entspricht sehr oft der Structur der Masse, von welcher sie losgebrochen sind. Ecken und Kanten sind gewöhnlich etwas abgerundet.

Bisweilen machen die Bruchstücke den grösseren Theil der Ausfüllungsmasse aus. Nicht selten bestehen sie aus Theilen einer älteren Gangausfüllung, welche bei der Bildung der jüngeren Gangmasse losgerissen und von derselben umschlossen worden sind. Umstehende Abbildung vom Ortstoss auf dem Kreuz des Teufelsgrunder- und Schindler-Ganges im Münsterthal des Schwarzwaldes, gibt eine Ansicht dieses Gangverhältnisses, so wie einiger oben in Betrachtung gezogener.



Gangbild auf dem Kreutze des Teufelsgrunder- und Schindler-Ganges.

Das Nebengestein ist Gneis; *a* ein Gneis-Bruchstück in der Gangmasse durch das jüngere Trumm *b c* verworfen; *d* Trümmer im Nebengestein; *e* Quarzdruse; *f* Gneis-Bruchstücke von verschiedener Grösse.

Sehr oft sieht man die Bruchstücke vorzüglich am Liegenden eines Ganges, und zuweilen bemerkt man sie auch in Drusenräumen, in welchen sie oft nur durch eine schwache Kruste von Erz oder Gangart (auf dem so eben erwähnten Teufelsgrunder-Gang beinahe ausschliesslich durch Schwefelkies) an den Wänden der Druse befestigt erscheinen.

Die Gänge, deren Masse aus verschiedenen erdigen und metallischen Substanzen besteht, bieten in der oberen Teufe einen ganz eigenen Anblick dar. Es ist hier oft nur wenig, in den mehrsten Fällen nichts von der ursprünglichen Structur geblieben, welche der Gang in grösserer Teufe zeigt. Gangarten und Erze sind durch den Einfluss der Atmosphäre umgewandelt; es haben sich neue Verbindungen gestaltet, und aus den ursprünglichen Massen des Ganges sind durch chemische Thätigkeit secundäre Gebilde entstanden. Die Gangarten sind verändert oder aufgelöst, die Erze oxydirt und gesäuert, zum Theil, wie jene, weggeführt; der feste Quarz ist mit den mannigfaltigen neuen Gebilden überkleidet und zeigt leere Räume, Eindrücke, Zellen, welche die umgewandelten oder ganz weggeführten, ursprünglichen Gangmassen hinterlassen haben. Auf Bleigängen findet man in oberer Teufe die verschiedenen Bleisalze, gewöhnlich schwefelsaures, kohlensaures, phosphorsaures und arseniksaures Blei; auf Kupfergängen Malachit, Kupferlasur, Ziegelerz u. s. w. Im Schwarzwalde kommen beinahe auf allen Bleigängen in oberer Teufe die genannten Bleisalze vor. Der Hofsgrunder-Gang, am Erzkasten

bei Freiburg, zeigte sich von Tage nieder ganz mit phosphor- und arseniksaurem Bleioxyd ausgefüllt, das auf porösem Quarze sass, die schönsten Farben hatte und die zartesten Krystalle und nachahmenden Gestalten bildete. Der Neue-Hoffnung-Gottes-Gang bei St. Blasien führt diese Bleisalze in oberer Teufe gleichfalls in grosser Menge, in Begleitung von kohlensaurem und schwefelsaurem Bleioxyd. Der Herrensegen-Gang im wilden Schappach, der Bulacher-Gang unter Freudenstadt lieferten in ihrem oberen Theile sehr viel kohlensaures Kupferoxyd; in der Teufe führt jener Kupferkies, dieser Fahlerz. Bei Eisengängen sieht man solche Umwandlungen in den oberen Teufen ebenfalls sehr häufig, insbesondere bei Gängen von Spatheisenstein. Auf der Eisenstein-Grube Huth bei Hamm an der Sieg führt der Gang in grösserer Teufe Quarz und Spatheisenstein. Beide wechseln öfter mit einander in Schalen, die gut an einander schliessen und zu kugeligen Gestalten vereinigt sind. Auf einer concentrischen Schale von Quarz folgt eine Schale von Spatheisenstein, auf diese wieder eine von Quarz u. s. f. In der oberen Teufe ist der Spatheisenstein in Brauneisenstein und Manganerze umgewandelt. Dieselben Quarzkugeln finden sich hier wieder; sie sind aber entweder theilweise mit Brauneisenstein ausgefüllt, oder ganz leer. Die inneren Wände zeigen Eindrücke von rhomboedrischen Krystallen von Spatheisenstein, welche früher diese Wände überdrust hatten, die Aussenseite der Kugeln ist mit dicht an einander stehenden, unvollkommen ausgebildeten Quarzkrystallen besetzt.

Selten bieten wohl Gänge so schöne Beispiele von Umwandlungen der Erze in verschiedenen Teufen dar, wie sie die Siegenschen Eisensteingänge zeigen. Hier findet sich nicht nur in oberer Teufe der Spatheisenstein in Brauneisenstein umgewandelt, sondern auch da, wo die erzführende Gangmasse von einer Kluft durchsetzt wird. Obgleich in diesem Falle die Umwandlung sich nur von einigen Linien bis auf einige Zolle von der Kluft aus in die Erzmasse hinein erstreckt, so ist sie doch immer deutlich zu bemerken. Seltener lässt sich eine Veränderung unter diesen Umständen dann bemerken, wenn die Klüfte mit fettem Letten ausgefüllt sind, wodurch das Eindringen der Atmosphärilien verhindert wurde.

In der Mitte der Brauneisensteingänge kommen nicht selten

rundliche Massen vor, die von Aussen herein bis auf verschiedene Tiefe aus Brauneisenstein bestehen, während der Kern noch aus Spatheisenstein zusammengesetzt ist. Bei diesen Massen, welche der Siegener Bergmann „weisse Köpfe“ nennt, sieht man den von Aussen nach Innen fortschreitenden Gang der Umwandlung.

Bei diesen Siegener Gängen kommt zuweilen im Hangenden einer verwerfenden Kluft Brauneisenstein vor, während im Liegenden der unveränderte Brauneisenstein ansteht. Dieses Verhältniss wird oft recht schön und augenfällig durch söhlige Strecken aufgeschlossen. Die mehrgenannten Gänge setzen bekanntlich im Grauwacken- und Thonschiefergebirge auf. Thonschieferbruchstücke, die im Brauneisenstein-Mittel liegen, sind immer von lichter, weisslicher oder gelblicher Farbe, wogegen die Bruchstücke desselben Gesteins im Spatheisenstein noch ihre ursprüngliche grauliche oder bläuliche Farbe besitzen und auch noch fester und weniger verwittert sind. Ebenso verhält es sich mit dem Nebengestein; dieses ist nämlich in der Nähe der Brauneisensteingänge oft so sehr aufgelöst, dass wegen der, in Folge der Mürbheit des Gesteins, zu befürchtenden Brüche im Hangenden, die Gewinnung des Eisenerzes erschwert und gefährlich wird. Oefters ist die Farbe des Nebengesteins bis auf eine grosse Entfernung vom Gang ausgebleicht. Anders ist es beim Nebengestein des Spatheisensteins; hier ist es unverändert, fast dunkelgrau. Die Beschaffenheit des Nebengesteins zeigt im Siegener Revier daher schon zum Voraus an, ob man einen Braun- oder Spatheisensteingang anfahren wird, ehe und bevor man den Gang selbst erreicht.

Die Einwirkung der Atmosphäre dringt bald mehr, bald weniger tief auf den Gängen ein, und geht zuweilen auf mehr als 100 Lachter nieder. Es kommt dabei nicht allein auf die grössere oder geringere Oxydirbarkait und Auflöslichkeit der Gangmassen an, sondern insbesondere darauf, ob der Gang geschlossen oder zerklüftet, unbedeckt zu Tage ausgeht, oder am Ausgehenden von einer Luft und Feuchtigkeit abhaltenden Masse, von Thon oder Letten bedeckt ist. So ist auf dem Hollertszuge im Sainischen der Spatheisenstein auf mehreren Gängen, bis auf eine beträchtliche Tiefe in verschiedene Eisen- und Mangan-Mineralien umgewandelt angetroffen worden, während man in einer Entfernung von dreiviertel Stunden davon,

auf der Grube Unverhofft-Glück an der Heller, einen mächtigen Spatheisenstein-Gang, dessen Ausgehendes mit Letten überdeckt war, von Tage nieder ganz unverändert fand.

Die Beschaffenheit des Nebengesteins bedingt nicht weniger die Teufe, bis zu welcher die Umwandlung der Gangmasse stattfindet. In einem milden und stark zerklüfteten Gestein findet man die secundären Gangbildungen jederzeit bis zu einer grösseren Teufe, als im festen Gestein.

Besteht ein Gang aus *einem* Minerale, so erscheinen die Schalen- und Streifenbildung nicht. Und so ist es denn auch bei den Gängen, deren Masse aus einem Gesteine besteht. Es sind insbesondere der Granit, der Grünstein, der Basalt, der Dolerit, der Augitporphyr, welche Gänge bilden und zwar nicht selten mächtige und weit fortsetzende.

Zuweilen führen die Hauptgänge selbst keine oder nur wenige Erze, wogegen aber die ihnen aus dem Hangenden (und ganz vorzüglich die aus diesem) oder Liegenden zusetzenden Trümmer Erze führen und desswegen Gegenstand bergmännischer Bearbeitung sind. Indessen kommen die Erze dann meistens nur in der Nähe des Hauptganges und setzen auf jenen Trümmern nicht weit zu Felde. In solchen Fällen bestehen die Gänge aus Letten oder aufgelöstem Gestein. Solches Verhalten zeigt die Bildung der Brauneisensteingänge der ehemaligen Grafschaft Dachstuhl bei *Wadern* auf der linken Rheinseite, so wie die Gänge am Moschellandsberge in der Rheinpfalz.

Was das Verhalten der Gänge zum Nebengestein betrifft, so darf man als Regel annehmen, dass sie die Schichten des Gebirgslagers, in welchem sie vorkommen, durchsetzen, entweder in ihrem Streichen oder in ihrem Fallen, am gewöhnlichsten nach beiden Richtungen. Man kennt indessen mehrere Gänge, die parallel mit den Schichten des Gebirges streichen, in welchem sie aufsetzen. Hierher gehören der mächtige Gang Veta-Madre bei Guanaxuato in Mexico, mehrere Gänge von Allemont in Frankreich, viele aus Thon oder Letten bestehende Gänge am Harze und im rheinischen Gebirge, die Gangbildung von Hatzappel, Obernhof, Wellmich, Werlau. Vorzüglich bemerkenswerth ist in dieser Hinsicht das Verhalten der goldführenden Gänge zu Aedelforss in Schweden. Sie setzen nach H. Hausmann in dem sogenannten Hornschiefer, einem innig

gemengten Glimmerschiefer, auf, und laufen streckenweise parallel mit den Gesteinplatten, wechseln sogar mit Lagen des Nebengesteins ab; streckenweise durchsetzen sie die Schichten der Gebirgsmasse. Durch eine Kluft sind sie zuweilen plötzlich abgeschnitten und verworfen; manchmal machen sie eine Wendung, laufen lagerförmig eine Strecke mit den Gebirgsschichten fort, machen abermals eine Wendung und erscheinen dann wieder gangförmig. Aehnliche Verhältnisse haben die HH. von Oeynhausen und von Dechen bei den Trappgängen (Grünstein-, Basalt- und Augitporphyrgängen) auf der Insel Skye beobachtet. Auf der Ostküste von Tratternish ziehen sie sich bald lagerartig zwischen den Schichten des Sandsteins fort, bald durchsetzen sie diese. An der Küste lässt sich eine Trappmasse auf eine englische Meile zwischen dem Sandstein verfolgen, dann durchsetzt sie gangartig die unterliegenden Schichten, krümmt sich wieder in die Streichungsebene hinein und setzt lagerartig weiter.

Häufig ist das Gestein in der Nähe der Gänge mehr oder weniger locker, mehr oder weniger aufgelöst. Es läuft an ihrem Saalbändern in der Regel *Letten* hin, oder der sogenannte *Ausschram* des Sächsischen Bergmanns, ein sehr aufgelöstes Nebengestein, welches davon seinen Namen hat, dass die Bergleute bei der Erzgewinnung darin zuerst auszuschramen pflegen. Die Substanz des Lettens oder Ausschrams ist in der Regel mit der des Nebengesteins übereinstimmend und zeigt die verschiedenen Grade seiner Auflösung. Wo solche aufgelöste Massen an den Saalbändern oder im Innern des Ganges liegen, da zeigen sich in und an ihnen am allerhäufigsten Gangspiegel, die bei manchen so vielfach wiederholt auftreten, dass sich der Letten in dünne spiegelige Blätter abtrennen lässt, wie diess viele der Freiberger tauben Spatgänge zeigen. Erzgänge sind wie die Gesteingänge von dem Nebengestein oft scharf geschieden; es zieht eine Spalte zwischen diesem und den Saalbändern des Ganges hin, die bald leer, bald mit Thon, Letten oder aufgelöstem Nebengestein angefüllt ist. Sie zeigen alsdann *Ablösung* und *Bestege.* Diese Spalten, welche die Bergleute auch das *Gangstreichen* nennen, haben meist eine bedeutende Erstreckung in Länge und Tiefe, und setzen gar oft weiter ins Feld und in die Teufe, als die Gangmassen selbst, halten den Bergmann auf der Streichungslinie

des Ganges, wenn derselbe verdrückt ist, und führen den Hoffenden wieder zu reichen Erzen. Viele Gänge sind aber auch mit dem Nebengestein fest verbunden, damit verwachsen und haben weder Saalband noch Besteg. Dies zeigen mehrere Gänge im südlichen und im nördlichen Schwarzwalde, und viele von den edlen Silbergängen zu Kongsberg. Das Nebengestein ist in diesem Falle oft mit Erzen imprägnirt, die sich zuweilen ziemlich weit ins Hangende und ins Liegende verbreiten. Auf mehreren Kongsberger Gängen hat man Gediegen-Silber auf den Klüften des hangenden und liegenden Nebengesteins gefunden; auf dem Sophiengange zu Wittichen und auf dem Gange Anton bei Schiltach im Schwarzwalde, ist häufig auf Klüften des Granits im Hangenden, und im Granite selbst, dendritisches Gediegen-Silber vorgekommen. Bei den Riegelsdorfer Gängen hat man die Imprägnation des Nebengesteins öfters beobachtet.

Bemerkenswerth ist der Einfluss, den oftmals das Nebengestein auf die Mächtigkeit und die Ausfüllungsmasse der Gänge ausübt. Der Teufelgrunder-Gang im Münsterthal am Schwarzwalde ist weniger mächtig und fester verwachsen, wo er den Porphyr durchsetzt, als da, wo er den Gneis durchschneidet. Die Kongsberger Gänge sind im Hornblendeschiefer am schärfsten begrenzt; im Talkschiefer hingegen am mehrsten mit dem Nebengestein verwebt. Auch die Erze verändern sich zuweilen nach der Beschaffenheit des Nebengesteins. In Cornwall hat man Gänge beobachtet, welche durch Thonschiefer und Granit setzen. In ersterem führen sie Kupfer-, in letzterem Zinnerze. Die mehrerwähnten Kongsberger Gänge sind innerhalb mit Erzen imprägnirter Glimmerschieferlager (*Fallbänder*) am reichsten; die Gänge des Pfunderberges bei Klausen in Tyrol durchsetzen Hornblendeschiefer und Grünstein, und zeigten sich immer in letzterem Gesteine am reichsten. In Derbyshire setzen seigere Bleigänge durch Kalkstein und Mandelstein nieder, welche lagerhaft mit einander wechseln. Der Mandelstein ist einem Kalkstein untergeordnet, welcher das Liegende des dortigen Steinkohlengebirges ausmacht. Wo die Gänge von Tage nieder durch den Kalkstein gehen, führen sie Erze; wie man auf denselben aber zum ersten Mandelsteinlager niederkommt, sind sie abgeschnitten oder leer. Im unterliegenden Kalkstein erscheinen sie abermal edel, im zweiten Mandelsteinlager wieder unedel,

und so verhält es sich durch den Wechsel von drei Kalklagern und drei Mandelsteinlagern hindurch ganz gleich. Der Mandelstein nimmt die Erze weg, der Kalkstein bringt sie wieder.

Das Nebengestein der Gänge ist häufig im Hangenden und im Liegenden von gleicher Beschaffenheit. Doch correspondiren die Schichten des Hangenden selten mit denen des Liegenden. Gewöhnlich liegen sie in Folge einer Senkung im Hangenden tiefer und manchmal um ein Beträchtliches. Das Hangende des an 70 englische Meilen zu Felde gehenden grossen Basaltganges von Cleveland, hat sich um 90 Lachter gesenkt. Zu Riegelsdorf in Hessen hat man Senkungen dieser Art von 15 bis 20 Lachtern bemerkt. Am deutlichsten ist diese Senkung des Hangenden bei Gängen im Flötzgebirge zu sehen, wegen des hier stattfindenden Wechsels verschiedenartiger Schichten.

Oefters ist auch das Gestein im Hangenden und im Liegenden eines Ganges verschieden. Der Bockswieser-Gang, der am Tage eine Mächtigkeit von 16 Lachtern hat, indem das Liegende desselben nach dem Ausgehenden hin eine flächere Lage annimmt, hat im Hangenden festen Thonschiefer; im Liegenden wechselt dieser mit Lagern von Kalkstein ab. Am Harze scheint überhaupt dieses Verhalten des Nebengesteins ziemlich allgemein zu sein, indem Lasius, der scharfsinnige Beschreiber dieses Gebirges, sagt: „Das Hangende und Liegende eines und desselben Ganges bestehen oft aus zwei ganz verschiedenen Gebirgsarten, und wenn sie einmal auf beiden Seiten eins sind, wird es selten lange anhalten."

Es kommen Gänge in sehr verschiedenen Gebirgslagern vor, und oftmals sieht man sie nur innerhalb einer bestimmten Gebirgsmasse; oft aber setzen sie durch verschiedene Gebirgsmassen nieder. Ja, man kann behaupten, dass die Gänge, deren Ausgehendes sich in einem bestimmten Gebirgslager zeigt, durch alle unter diesem liegenden Gebilde niedersetzen, da noch niemals das Ende eines Ganges nach der Teufe zu erreicht worden ist. Mehrere Schwarzwälder Gänge setzen durch den rothen Sandstein in den Granit nieder; so der Gütegottes-Gang im Witticher Thal, der Anton-Gang bei Schiltach, der Sophien-Gang im Christophsthal bei Freudenstadt. Die Brauneisenstein-Gänge der Vogesen setzen durch den rothen Sandstein und das

Schiefergebirge bis ins ungeschichtete Grundgebirge nieder. Die Kobaltgänge zu Biber im Hanauischen durchsetzen nicht nur die verschiedenen Kalkmassen des älteren Flötzgebirges und das Todtliegende, sondern auch den unter letzterem befindlichen Gneis und Glimmerschiefer. Die Camsdorfer Gänge setzen durch Kalkstein und Conglomerat bis ins Grauwacken-Gebirge nieder.

Niemals kommt wohl ein Gang allein in einer Gebirgsmasse vor. Immer setzen in einem grösseren Gebirgslager mehrere Gänge auf, die theils unter sich parallel laufen, theils sich schneiden. Oefters haben parallel streichende Gänge auch ein gleiches Fallen, und dann berühren sie einander nur durch ihre Trümmer. Ist ihr Fallen aber verschieden, so nähern sie sich entweder und kommen zusammen, was man ihr *Ansitzen* heisst, oder sie durchfallen sich, bilden ein Kreuz, was *Fallkreuz* genannt wird. Nähern sich zwei verschieden streichende Gänge auf einem Puncte, so sagt man: sie *schaaren an.* Laufen sie eine Zeitlang neben einander hin, so sagt man: sie *schleppen sich.* Durchschneiden sie sich, so heisst das Kreuz, das sie mit einander machen, *Schaarkreuz*, wenn die Durchschneidung unter einem schiefen Winkel stattfindet; *Winkelkreuz*, wenn sie unter einem rechten Winkel geschieht. Wo eine solche Durchkreuzung ist, da setzt *ein* Gang ununterbrochen fort, der *andere* zeigt sich unterbrochen. Der *Durchsetzte* muss immer älter sein, als der *Durchsetzende.* Zuweilen durchkreuzt ein Gang einen andern, ohne ihn zu verrücken. Weit öfter aber ist es der Fall, dass der durchsetzende Gang den andern aus seiner Richtung bringt, *verwirft.* So durchsetzt zu Andreasberg der Samsoner Hauptgang den Gnade-Gottes-Gang und verwirft ihn auf mehrere Lachter. Figur 2 auf Tafel VI wird das Verhalten dieser Gänge im Durchkreuzungspuncte deutlich machen. Sie gibt einen horizontalen Durchschnitt dieses Punctes in verschiedener Teufe, wodurch man in den Stand gesetzt ist, die Lage der Ebenen und die Verschiebung des Gnade-Gottes-Ganges im Hangenden des Samsons genau wahrzunehmen. Am häufigsten sieht man Verwerfungen von Erzgängen durch taube Gänge, die man Klüfte, Ruscheln u. s. w. heisst, und welche die Gebirge in grosser Anzahl und in verschiedenen Richtungen durchsetzen. Man hat in allen Gegenden, wo Bergbau getrieben wird, zahl-

reiche Fälle solcher Verwerfungen beobachtet, und sie sind für den Bergmann ein Gegenstand von grossem Interesse. Am Harze sind mehrere derselben markscheiderisch aufgenommen worden, und von diesen ist die Verwerfung des Andreaskreuzer-Ganges in mehrfacher Beziehung belehrend. Sie ist durch Figur 3 auf Tafel VI dargestellt. Man sieht, wie der in der Streichungs- und Fall-Linie mehrfach gekrümmte, bald mächtige, bald verdrückte Gang durch eine tonnlägige Kluft (Geschiebe) unter einem schiefen Winkel durchschnitten und verworfen wird. Im Liegenden der Kluft und bis an dieselbe hin, ist er ganz schmal. Seitwärts geschoben setzt er im Hangenden derselben mit voller Mächtigkeit wieder fort, gibt bald ein Trumm ab, und verändert die Richtung des Fallens. In grösserer Teufe ist die Kluft mächtiger, die Verschiebung grösser und der Gang jenseits der Kluft in Trümmer zertheilt.

Nicht selten wird ein Gang in seinem Streichen mehrmals von durchsetzenden Klüften verworfen, so dass seine Stücke in verschiedenen horizontalen oder verticalen Entfernungen von einander liegen. Ein Beispiel hiervon gibt der Heiligenwalder Brauneisenstein-Gang zu Büchenbronn bei Pforzheim, der, wie Figur 4 auf Tafel VI zeigt, auf einer Strecke von 38 Lachtern, dreimal verworfen ist.

Am zahlreichsten sind natürlich die Durchschneidungen und Verwerfungen der Gänge an solchen Orten, wo viele Gänge von verschiedenem Streichen nahe bei einander in einer Gebirgsmasse aufsetzen. Die Cornwaller Gänge sind in dieser Beziehung von besonderem Interesse. Kupfer-, Zinn-, Blei-, Eisen-, Porphyr-, Quarz- und Lettengänge liegen in Cornwall nahe beisammen. Die Haupterzgänge und die Porphyrgänge streichen von West nach Ost, oder von Südost nach Nordwest; die ärmeren, die Quarz- und Lettengänge, von Süd nach Nord, oder von Nordwest nach Südost. Dieses ist namentlich das Streichen der Quarzgänge, die meilenweit fortsetzen, eine mittlere Mächtigkeit von 6 Fuss haben, von den Bergleuten *Cross-Courses* genannt werden, und die alle Gänge verwerfen, welche sie durchsetzen. Der bedeutendste von diesen ist der grosse Quarzgang, der von Porth Towan am Canal von Bristol bis zur Bay von Falmouth Cornwall durchsetzt, die Gänge im Kirchspiel St. Agnes und in den Umgebungen von Redruth durchschneidet, und von diesen die öst-

lich fallenden um 50 Lachter, die westlich fallenden um 18 Lachter verwirft. Ausserdem werden die Cornwaller Gänge noch häufig von Lettenklüften durchsetzt, von welchen die einen, von Nord nach Süd streichenden, ziemlich seigeren, *Fluans*, die anderen, von West nach Ost streichenden, sehr flach fallenden, *Slides* genannt werden. Diese letzteren sind die jüngsten Gänge jener Gegend, da sie ohne Ausnahme alle übrigen Gänge durchsetzen und verwerfen.

Die ersten zwei Figuren auf Tafel VII sollen ein Bild von dem gegenseitigen Verhalten einiger Cornwaller Gänge geben. Die erste Figur ist ein Profil von den Gängen der Grube Trevenance. Die älteren Zinngänge *b b b*, von welchen einer mehrmal geschleppt wird, werden von dem jüngeren Zinngange *c* durchschnitten und verschoben, beiderlei Zinngänge aber von den noch jüngeren Kupfergängen *d d* durchsetzt und verworfen. Figur 2 zeigt die Gangverhältnisse der Grube Treskerby. Die Kupfergänge *d d d* und der Zinngang *b* durchschneiden den Porphyrgang *a*, ohne ihn zu verwerfen. Die flache Lettenkluft *c* aber durchsetzt und verwirft alle anderen Gänge. Diese beiden Figuren sind aus der schönen Arbeit über die Cornwaller Gänge entlehnt, welche die HH. Dufrenoy und Elie de Beaumont bekannt gemacht haben.

Wie in Sachsen, am Harz, im rheinischen Gebirge u. s. w., so findet auch in Cornwall die Verwerfung im Allgemeinen nach der Seite des stumpfen Winkels statt, und ist um so beträchtlicher, je stumpfer der Winkel ist.

In der Gegend von Annaberg in Sachsen hat man auf mehreren Gruben interessante Verhältnisse von Wackengängen zu den Erzgängen beobachtet. Der Heinitzflache, der aus zwei neben einander laufenden Trümmern besteht, ist beinahe auf seiner ganzen Erstreckung mit einem Wackengange in Verbindung. Er durchzieht diesen Wackengang in verschiedenen Krümmungen; bald geht er auf eine kurze Strecke aus demdemselben heraus, erreicht ihn aber nach einigen Lachtern wieder; bald zieht er sich an dessen Hangendem oder Liegendem entlang. Die beiden Trümmer des Heinitzflachen betragen zusammen genommen, im Durchschnitt nur $^1/_4$ bis $^1/_6$ von der Mächtigkeit des Wackenganges. Diese Erscheinung ist derjenigen bei dem Eisenstein-, Thon- und Basaltgange auf der Grube Altebirke, bei Eisern im Siegenschen ganz analog. Der

Brauneisensteingang dieser Grube wird mehrmals von einem anderen Gange durchsetzt, der in der mittleren Teufe aus Basalt, in der oberen Teufe aus einem bunten Thon besteht. Dieser zieht sich in schlangenförmigen Windungen, sich bald mehr dem Hangenden, bald mehr dem Liegenden nähernd, beide zuweilen erreichend, auf eine bedeutende Strecke in dem Brauneisensteingange fort, ohne dass dabei die mindeste Verrückung oder eine andere Veränderung des älteren Ganges stattfindet.

Nicht selten aber haben Durchsetzungen von Erzgängen einen grossen Einfluss auf die Erzführung. Gerade im rheinischen Grauwackengebirge ist es ein häufiger Fall, dass sich unmittelbar mit den einen Gang durchsetzenden Klüften mächtige Erze anlegen, die niederwärts anhalten, während die Veredlung zu Felde oft kaum über ½ Lachter weit reicht. Auf der Grube Neuer-Morgenstern bei Freiberg wird beinahe ausschliesslich auf Gangkreuzen gebaut, auf welchem die reichsten Erzmassen gewonnen wurden. Auf der Grube Marcus-Röhling bei Annaberg, sind unter der Benennung *Schwebende*, zwei mit den Gneisblättern parallel fallende und streichende Klüfte bekannt, deren Antreffen den Bergmann stets mit Freude erfüllt, indem sich die Erzgänge in ihrer Nähe veredeln. Sie kommen unter einem Neigungswinkel von 15 bis 20 Graden an die Gänge heran und schleppen sich, wie Figur 3 auf Tafel VII zeigt, dem Fallen nach mit denselben in die Teufe, indem sie ganz das Fallen der Gänge annehmen. Hierbei zeigen sich die Gänge jederzeit über und unter den Schwebenden sehr veredelt. In Cornwall sind zumal in den Gruben United-Mines die alten Kupfergänge auf allen Puncten reicher, wo sich die jüngeren Kupfergänge denselben nähern. Auf einigen dortigen Gruben hat man durchschnittene Gänge, auf einer Seite der Durchschneidung erzreich, auf der anderen taub gefunden. Die Porphyrgänge werden in Cornwall häufig von den Erzgängen durchsetzt, ohne dass diese eine Veränderung erlitten. Manchmal aber ziehen sie sich in dem Porphyr zusammen, werden arm und zertheilen sich in Trümmer; ein andermal aber werden sie darin im Gegentheil mächtiger und reicher. Auf der Grube Huelvor im Kirchspiel Breage gibt ein im Porphyr mächtiger und reicher werdender Gang zu beiden Seiten kleine Trümmer in denselben ab. Die beiden

reichen Silbergänge des Schwarzwaldes, der alte Joseph- und der Sophiengang bei Wittichen, durchschneiden sich. Der Sophiengang setzt jenseits der Durchschneidung gegen Norden als taube Kluft fort. Auf dem St. Wenzelgang bei Altwolfach wurde 1765 eine faule Kluft angetroffen, hinter welcher der zertrümmerte und bis dahin arme Gang, ein Fuss mächtig, 40 Lachter zu Felde und 12 Lachter in die Teufe, die reichsten Silbererze einschloss.

Oftmals sind die Veränderungen, welche Gänge erleiden, wenn sie von anderen durchsetzt werden, sehr geringe. Sie zeigen sich etwas auf die Seite geschoben, in der Richtung des Fallens gekrümmt oder weniger mächtig u. s w. Häufig durchsetzen sich auch Gänge, ohne irgend eine Veränderung zu erleiden. Bei vielen Gängen im südlichen Schwarzwalde sieht man, und insbesondere bei dem Teufelsgrunder-Gang im Münsterthal, durch welchen zahlreiche Lettengänge setzen, nur eine schwache Verwerfung durch die Klüfte hervorgebracht. Die Gänge werden durch die Klüfte immer etwas verworfen, setzen aber hinter der Kluft mit verminderter Mächtigkeit und Erzführung wieder an und erlangen bald nachher ihre frühere Mächtigkeit und Erzführung wieder.

Was das Verhalten der Gänge zu den Lagern betrifft, so haben wir schon oben gesehen, wie die Kongsberger Gänge vorzüglich an solchen Stellen edel sind, wo sie durch die Fallbänder streichen, oder sich in deren Nähe befinden. Beweis genug, welchen Einfluss diese Lager auf jene goldführenden Gänge haben, und Ursache genug, das Verhalten der Gänge zu den Lagern überhaupt genauer zu untersuchen. Jene Thatsache steht nicht isolirt da. Wir kennen Gänge in verschiedenen Gebirgen, die insbesondere nur da, wo sie Erzlager durchsetzen, Erze führen und sich veredeln.

Die Kobaltgänge zu Biber und Riegelsdorf sind nur unter dem Kupferschiefer-Flötz, das sie durchschneiden, erzführend. die ersteren bestehen von da an, wo sie dies Kupferflötz treffen, bis zu dem in ihrem Hangenden gesenkten Theile desselben, vorzüglich aus Kupferschiefer. In den Vogesen sieht man Brauneisensteingänge mit Anthracitlagern in Berührung. Sie verändern plötzlich ihre Richtung, wo sie diese treffen, durchsetzen dieselben nach ihrem grösseren Durchmesser, schliessen innerhalb der Anthracitlager nebst den Erzen auch Bruchstücke von

Anthracit ein, und nehmen, wenn sie die Lager verlassen, ihre frühere Richtung wieder an.

Von einem besonderen Interesse ist das Verhalten der *Gesteingänge* zu den Kohlen- und Erzlagern. Diese Gänge bestehen vorzüglich aus Thonstein, Basalt, Grünstein, Dolerit und Porphyren. Sie werden in Deutschland *Rücken*, in England *Dykes* genannt. Erstere Benennung ist wohl von Verrücken herzuleiten, weil die Lager durch diese Gänge häufig aus ihrer Lage gebracht werden. Der Name Dyke bezeichnet einen Wall oder Damm. Die Mächtigkeit dieser Dykes variirt von einigen Zollen bis zu vielen Klaftern; sie setzen öfters meilenweit ins Feld, durchschneiden die verschiedensten Gebirgslager, schneiden Erz- und Kohlenlager ab und bewirken bedeutende Senkungen. Der Senkung im Hangenden des Cleveland-Basaltganges ist oben schon erwähnt worden. Es ist dieser Dyke auf eine Strecke von mehr als 70 englische Meilen verfolgt worden. Er erstreckt sich von der Westseite Durhams bis nach Bewick in Yorkshire; hier durchsetzt er den Tees-Fluss, zieht sich hierauf in einer Wellenlinie durch die Cleveland-Hügel in dem östlichen Theile von Yorkshire und bis ins Meer zwischen Scarborough und Whitby. Auf diesem Wege durchschneidet er eine Reihe verschiedener Gebirgslager, den Bergkalk, das Kohlengebirge, den Lias und Rogenstein.

Im Mannsfeldischen sind viele Rücken bekannt, welche das Kupferschiefer-Flötz durchschneiden, verrücken, veredeln oder verunedeln. Im rheinischen Kohlengebirge kommen Rücken vor, welche Senkungen von 100 und mehr Lachtern bewirkt haben.

Ein schönes Beispiel des Verhaltens der Gänge zu einander und gegen Lager gibt uns Figur 4 auf Tafel VII, welche ein Profil des Kupferschiefer-Lagers und der Gänge am Bilstein bei Stadtbergen in Westphalen darstellt. Man sieht das Nebengestein der Gänge im Hangenden gesenkt, das Kupferschiefer-Flötz durch die Gänge verschoben, Klüfte *a*, welche mit den Gängen gleichzeitig sind und dieselben nicht verrücken, jüngere Klüfte *b*, welche die Gänge verwerfen und diese endlich verschiedene Gebirgslager, eines wie das andere, durchsetzen.

Eine Gesammtheit von Gängen, welche hinsichtlich der Gangmasse, und der Mineralien, die sie zusammensetzen, über-

einstimmen, indem diese auf einer Anzahl von Gängen allenthalben und unter gleichen Verhältnissen zusammen vorkommen, nennt man eine *Gangformation.* Die zu einerlei Gangformation gehörigen Gänge stimmen mitunter auch hinsichtlich ihres Generalstreichens überein; doch liegt ihr wesentlicher gemeinschaftlicher Character darin, dass einerlei Gruppe von Mineralien auf denselben in gleicher Verbindung und unter gleichen Verhältnissen immer zusammen vorkommt und in der Regel den Gang ausfüllt.

Man bezeichnet die Gangformationen mit dem Namen der Metalle, deren Erze bei denselben vorwalten, und unterscheidet auf diese Weise: Silbergänge, Kupfergänge u. s. w.

Mineralien, welche für sich selbstständig Gänge bilden, kommen öfters auch auf Gängen von einer ganz verschiedenen Gangformation *stellenweise* vor. Solche vereinzelte fremdartige Vorkommnisse nennt man *sporadische* Gangbildungen, zum Unterschiede von den *selbstständigen* Gangformationen. Auf letzteren finden sich nicht immer alle Mineralien beisammen, welche eine oder die andere Formation characterisiren; es ist aber stets ein Theil derselben vorhanden, der eine kleine Gruppe bildet. Dadurch ergeben sich innerhalb einer gewissen Gangformation natürliche Unterabtheilungen, Gang-Gruppen. Beispielsweise wollen wir anführen, dass auf den selbstständigen Kobaltgängen des Schwarzwaldes sich bisweilen sporadische Gruppen von Bleiglanz zeigen, der einer anderen selbstständigen Gangformation angehört; dass die Bleigänge des südlichen Schwarzwaldes vorzüglich Quarz und Flussspath führen, diejenigen des nördlichen Schwarzwaldes dagegen neben Quarz vorzüglich Braunspath.

Die einzelnen Gangformationen stehen nicht völlig abgeschlossen da; sie nähern sich vielmehr gegenseitig einander und es finden wahre Uebergänge statt. Diess geschieht sowohl durch Aufnahme oder Vermehrung einzelner Mineralien, als durch Eintreten sporadischer Bildungen. Mehrfältig sind sogar verschiedene Gangformationen mit einander vereinigt und füllen zusammen eine gemeinschaftliche Gangspalte aus, wobei öfters ein grosser Metallreichthum auftritt. Eine solche Vereinigung erscheint bald gleichförmig, die verschiedenen Formationen sind wie in einander verflösst; bald treten sie mehr abgetheilt von einander auf, namentlich nach den ver-

schiedenen Tiefen, so dass eine Formation über oder unter der anderen erscheint. Bisweilen liegen zwei ganz verschiedene Formatiouen in abgesonderten Trümmern als *Doppelgänge* neben einander und nicht selten treten sie auf den *Kreutzen* zweier Gänge zusammengehäuft auf (S. 260).

In einigen Gebirgen setzen nahe beisammen so viele Gänge auf, dass sie, nach allen Richtungen sich mehrfach durchschneidend, ein wahres *Gangnetz* bilden. Das Zusammentreffen mehrerer der Gänge auf einem Puncte nennt man das *Rammeln*.

Ein sehr interessantes Beispiel vom Zusammenvorkommen verschiedener Gestein- und Erzgänge in der Masse eines einzelnen Berges, wobei sich vielfältige Durchsetzungen zeigen, gibt der *Berg von Chalanches* bei *Allemont* im Iserdepartement. Die darin aufsetzenden Erzlagerstätten wurden 1767 durch eine Schäferin zuerst wahrgenommen, und sind seit dieser Zeit durch den Bergbau in ihren wesentlichsten Verhältnissen und hinsichtlich ihres Verhaltens zu den tauben Gesteingängen genauer bekannt geworden. Gueymard und Graff unterscheiden hier fünf verschiedene Gangformationen.

Die Gänge der ersten Formation sind Gesteingänge und bestehen aus Grünstein (Diorit) und an gewissen Stellen erscheinen ihre Massen unter den Verhältnissen der Gesteinlager. Diese Gänge scheinen die ältesten zu sein; sie werden von denen der zweiten Formation durchsetzt.

Die zweite Gangformation führt silberhaltigen Ocker. Die Gänge streichen S. nach N. und fallen gegen W.

Die dritte Gangformation begreift Gänge, welche Kobalt, Nickel, Antimon, Ocker und einige andere, sämmtlich mehr oder weniger silberführende Mineralien einschliessen, theils aus O. in W. streichen und gegen N. einfallen; theils aus S. in N. mit östlichem Einfallen. Sie sind bisweilen stark verästelt.

Die vierte Gangformation besteht aus tauben Conglomeratgängen von grosser Mächtigkeit (bis fünf Meter mächtig), die im Streichen und Fallen wenig Regelmässigkeit wahrnehmen lassen und mit ungeheuren scharfkantigen Blöcken erfüllt sind, zwischen welchen sandiger und glimmeriger Thon liegt.

Zur fünften Gangformation werden taube, mit Gesteinen und Thon ausgefüllte, weniger mächtige Spalten gerechnet, welche die vorhergehenden Gänge durchsetzen.

Die Erze der zweiten und dritten Gangformation sind von

kohlensaurem Kalk begleitet, der die erste Gangausfüllung gewesen zu sein scheint. Einzelne Gänge sind ganz davon erfüllt und führen alsdann einige metallische Substanzen, — Bleiglanz, Blende, Eisenkies, Zinnober, welche mit oben genannten Erzen niemals zusammen vorkommen.

Eine häufige Erscheinung bei vielen Gängen ist das Vorwalten gewisser Erze in bestimmten relativen Teufen; die Verminderung der edeln Erze mit zunehmender Teufe, wobei diese auf vielen Gängen gegen dieselbe mehr und mehr aufhören. Darauf gründet sich die in verschiedenen Erzrevieren vom Bergmann für einzelne Gänge angenommene sogenannte *Erzteufe*, ein Verhältniss, das, wenn es auf richtigen Beobachtungen beruht, eine praktische Wichtigkeit für den Grubenbetrieb hat.

Wo in einem Erzreviere verschiedene Gangformationen vorhanden sind, und die zu der gleichen Formation gehörigen Gänge ein verschiedenes Streichen haben, da stimmen gewöhnlich die erzreichsten und mächtigsten derselben im Streichen überein. Die mächtigsten Schwarzwälder Pänge, der Bleierz- und der Kobalt-Formation, streichen zwischen Stunde 11—1, und dasselbe Streichen haben die erzreichsten Gänge des Siegener Reviers. Häufig sind auch die stark fallenden Gänge erzreicher, als die zur gleichen Gangformation gehörigen flachen Gänge. So ist der mit dem grössten Fallwinkel (65°—72°) am tiefsten niedergehende Freiberger Gang Kurprinz, einer der mächtigsten.

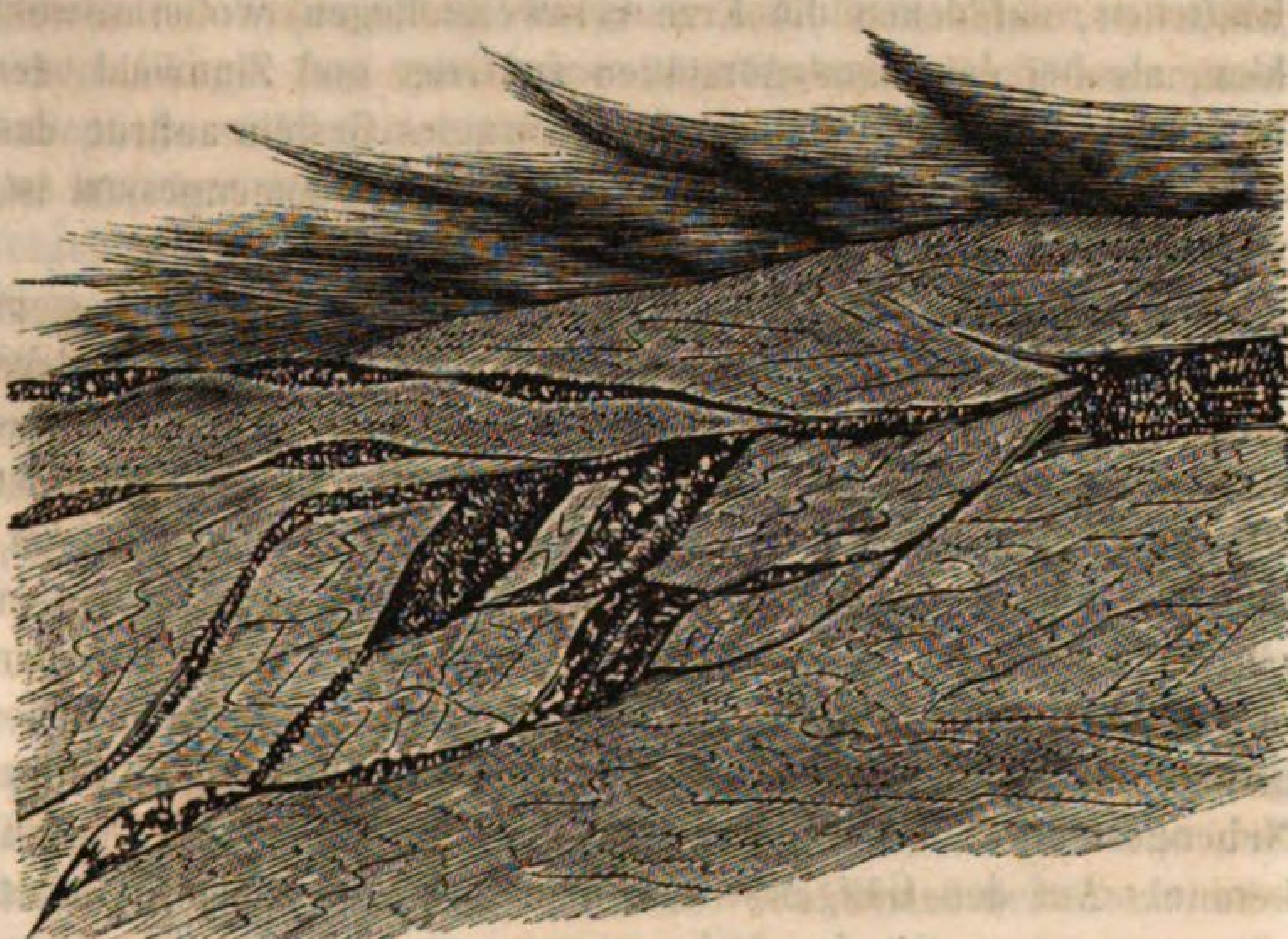
Gänge, die vom Ausgehenden ab nicht tief niedersetzen und auch im Streichen nicht weit fortkommen, nennt man *Rasenläufer*, *Rasenschwärmer*.

Lagerähnliche Gänge.

Fallen Gänge sehr flach und liegen sie zwischen den Blättern oder Schiefern des sie umschliessenden krystallinischen Gesteins; so haben sie einige Aehnlichkeit mit Lagern. Sie zeigen jedoch immer die charakteristischen Eigenschaften der wahren Gänge; sie zertheilen sich in Trümmer, bestehen, wenn auch nicht durchaus, doch jederzeit stellenweise, aus correspondirenden Lagen, die von den Saalbändern herein gegen die Mitte auf einander folgen, und senden unzählige kleine

Trümmer ihrer Masse in das Nebengestein, die dasselbe nach verschiedenen Richtungen durchschwärmen.

Derartige Gänge kommen in der Gegend von Tuttendorf bei Herzberg vor, in unmittelbarer Nähe von stark fallenden Gängen, und haben die gleiche Ausfüllung wie diese: silberarme Bleigänge, Schwefelkies Blende, Arsenikkies und als Gangart Quarz. Die flachen Gänge, wie die stehenden bebaut, haben sich aber immer nur in der Nähe der letzteren, sie durchsetzenden erzführend gezeigt. Untenstehende Figur gibt eine



Stoss-Ansicht eines solchen Ganges, wie sie von v. WEISSENBACH (Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse. 1836) gegeben worden ist.

Imprägnirung des Nebengesteins.

Bei zahlreichen Gängen ist das Nebengestein bis auf eine gewisse Entfernung von Eisenoxyd oder dessen Hydrat, von Chlorit, von kohligen Substanzen, oder von Kieselerde durchdrungen, so wie auch von Erzen. Ganz auffallend ist die wahre *Verkieselung* des Nebengesteins mancher Gänge, wobei das Gestein so von Kieselmasse durchdrungen ist, dass seine eigentliche Structur nicht mehr wahrnehmbar und es in eine hornsteinähnliche Masse umgewandelt ist. Granit, Gneis, Glimmer-

schiefer, Thonschiefer sieht man neben Gängen häufig durch Verkieselung so sehr verändert, dass man ihre ursprüngliche Beschaffenheit kaum mehr erkennt. Der Feldspath des Granits und des Gneises ist an den Saalbändern hin oftmals in eine kieselige Feldsteinmasse umgewandelt. Diese Erscheinungen beobachtet man an den Seiten von Gängen der verschiedenartigsten Ausfüllung, die Hauptgangart möge Quarz, Flussspath, Braunspath u. s. w. sein. Sie begleiten sehr auffallend die Altenberger Zinnformation, selbst bis in die allerfeinsten Klüftchen, auf denen die Erze verzweigt liegen, wobei sowohl hier, als bei den Zinnlagerstätten zu Geier und Zinnwald, der Granit als ein eigenthümliches grobkörniges Gestein auftritt, das aus Quarztrümmern und Glimmerblättchen zusammengesetzt ist, welches man dort *Greisen* nennt.

Von den Gangarten ist merkwürdigerweise das Nebengestein niemals imprägnirt. Dagegen häufig von den *Erzen*, welche die Gänge führen, und insbesondere von Silbererzen, von Arsenikkies, Gediegen-Gold und Zinnstein. Niemals aber ist das Nebengestein von diesen so gleichförmig durchdrungen, wie von den oben angeführten Substanzen; sie liegen darin in einzelnen Körnern, Blättchen oder kleinen Krystallen, seltener in kleinen derben Massen. Neben mehreren Freiberger Bleigängen und Silbergängen hat sich die Erz-Imprägnation des Nebengesteins so stark gezeigt, dass es abgebaut werden konnte. Auf den Gängen Himmelfahrt, Neumorgenstern, Gott mit uns u. e. a. ist das Nebengestein so stark mit Schwefelkies und Arsenikkies imprägnirt, dass ihre Krystalle stellenweise beinahe die Hälfte der Gesteinmasse ausmachen. An den Seiten der Freiberger Gänge Donat, Vergnügte Anweisung u. e. a. war das Gestein so reich mit edeln Silbererzen imprägnirt, dass es mit Vortheil abgebaut wurde.

Bemerkenswerth ist dabei der Umstand, dass die Imprägnation nicht immer der Erzführung des Ganges entspricht. Man hat Blende und Arsenikkies im Nebengestein solcher Gänge angetroffen, bei deren Ausfüllungsmasse diese Erze nicht vorkommen.

Das *Gediegen-Gold* ist neben schmalen Gangtrümmchen in dem Gebirgsgestein gewöhnlich so fein vertheilt, dass es mit dem unbewaffneten Auge nicht wahrgenommen werden kann. Wiewohl es auch auf diesen Trümmchen zuweilen vorkommt,

so ist doch der Bau darauf häufig unsicher und kostbar. Man baut daher, wenn man den Durchschnittsgehalt des Gesteins ermittelt hat, vortheilhafter die ganze Masse ab, wie es zu Vöröspatak in Siebenbürgen geschieht.

Die meisten Zinngang-Formationen sind von einer Imprägnation des Nebengesteins mit *Zinnstein* begleitet, hauptsächlich soweit dasselbe zugleich verkieselt ist. Es gibt nach von Weissenbach (Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse, Text, S. 52) Zinngänge, z. B. am Zinnacker bei Annaberg, im sogenannten Tettauischen Bergbau bei Breitenbrunn u. s. w., deren Gänge fast gar keine zinnführende Ausfüllungsmasse haben, ja wohl gar nur taube Spalten sind, die blos wegen des imprägnirten Nebengesteins abgebaut werden. Im Schiefergebirge sind die Gangtrümmchen gewöhnlich etwas mächtiger und ausgezeichneter, als im Granit oder Porphyr, und führen zuweilen, ausser Zinnstein, Quarz und Arsenikkies.

Von den Stockwerken.

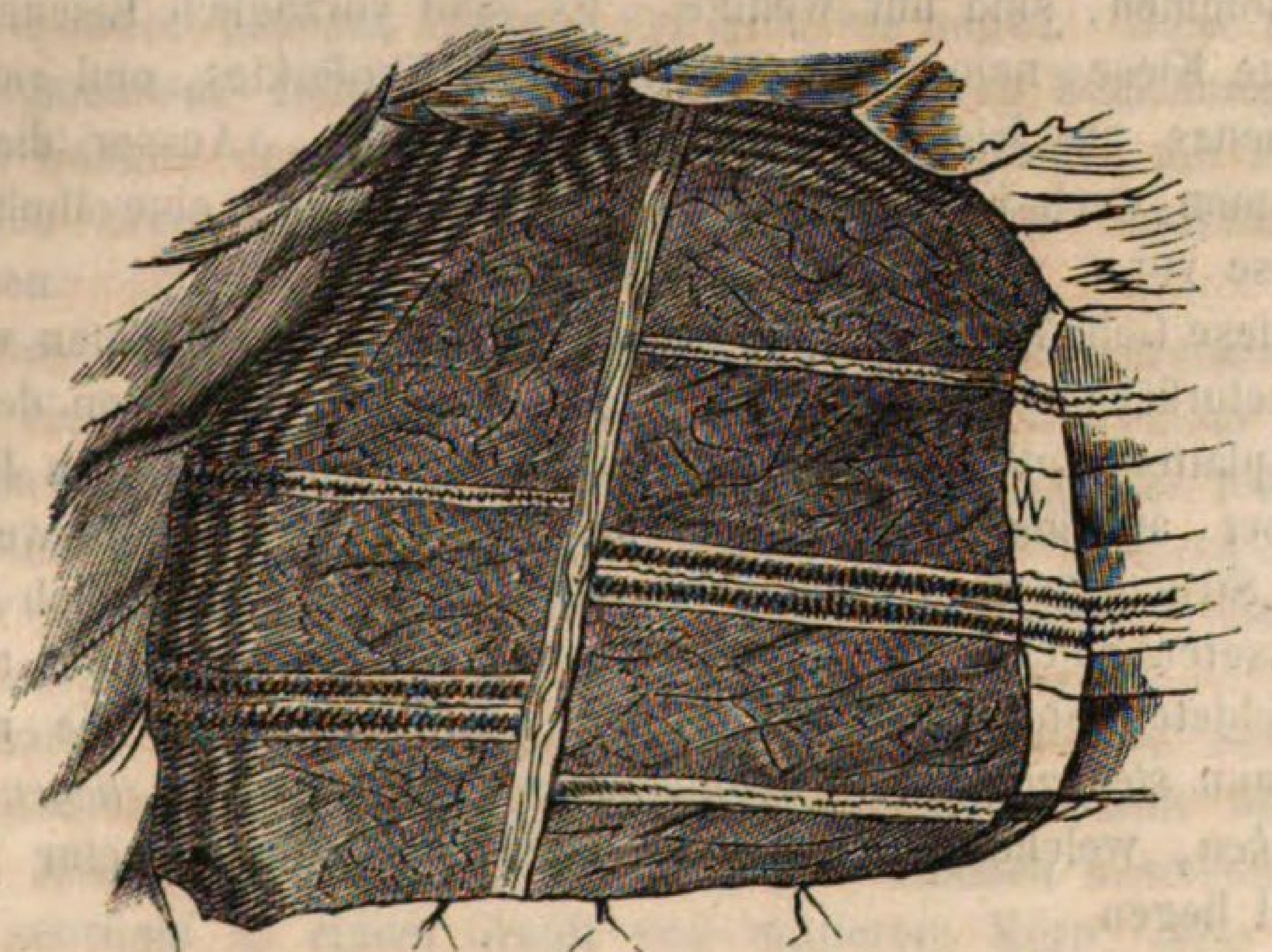
Bei dieser Verbreitung des Zinnsteins neben den Gängen und Trümmern, im Nebengestein, wird dieses sorgfältig abgebaut, wobei nach der besonderen Art, wie man den Bau führt, unterirdische Weitungen entstehen, die stockartig über einander liegen. Dieser Bau wird darnach Stockwerksbau genannt und davon haben die Lagerstätten selbst den Namen der *Stockwerke* erhalten.

Das Stockwerk zu Altenberg ist ein schönes Beispiel einer derartigen Lagerstätte. Das Gestein, worin die Gänge aufsetzen, ist ein grauer kieseliger Feldsteinporphyr von stockförmiger Gestalt, umgeben von Granit und Syenit. Zahlreiche schmale Zinnsteingänge durchsetzen den Porphyr in allen Richtungen. Ein mächtigerer tauber Gang zieht sich stehend fast durch die Mitte des Porphyrstocks und durchsetzt viele der edeln Morgen- und Spathgänge. Das Nebengestein ist im Hangenden und Liegenden gekieselt, von Zinnstein imprägnirt und mehrentheils so stark, dass es zwischen je zwei Zinngängen durchaus von Zinnerz durchdrungen ist und abgebaut wird. Am reichsten ist die Imprägnation immer in der Nähe des Durchsetzungspunctes zweier Gänge. Klipstein hat die auf Tafel VII Figur 5 dargestellte Durchschnittszeichnung

des Altenberger Zinnstocks entworfen. Die Gänge setzen aus dem Porphyr in den Granit über, werden aber in demselben taub und ziehen sich meist nur als kleine Spalten fort; dieselbe Verunedlung erleiden sie im Syenitporphyr. So wie sie aber aus diesem in den anliegenden reineren Feldsteinporphyr übergehen, thun sie sich wieder auf, führen Zinnerz, und es zeigt sich auch die Imprägnation des Nebengesteins wieder, doch reicht sie hier niemals so weit, als im eigentlichen inneren Zinnstock. Von ähnlicher Beschaffenheit sind die Stockwerke zu Geyer, am Zinnacker bei Annaberg bei Breitenbrunn u. m. a. im Erzgebirge und in Cornwall, wo sie *Tin-Floors* genannt werden.

Von eigenthümlicher Beschaffenheit ist das Stockwerk von Zinnwald. Es besteht nach von Weissenbach aus einem Netz von Gängen in schmalen lagerartigen Gebilden, die in einem flachen Granitkegel liegen, der aus einer mantelförmigen Umgebung von Feldsteinporphyr hervorragt, mit der er an den Gängen verwachsen und durch Uebergänge verbunden ist. Mit dem grösstentheils etwas aufgelösten Granit wechseln unbestimmt begrenzte grosse Nester und kugelige Massen von Gneisen (S. 270), welche in den Granit übergehen. Dieser ganze Gneisen-Granitkegel ist regelmässig von vielen Lagern durchzogen, welche die Krümmung der Kegeloberfläche haben, concentrisch über einander liegen, in der Mitte des Kegels ziemlich horizontal mit Abfall nach Aussen, nach allen Seiten. Sie besitzen eine Mächtigkeit von 4 bis 20 Zoll und zeigen sich darin sehr gleichbleibend. Meistentheils sind die untersten etwas mächtiger, als die obersten. Jene liegen 8, 10 bis 20 (sächs.) Lachter; nach Oben und Aussen zu werden aber die Abstände immer kleiner und zuletzt bis auf 2—6 Lachter. Manche dieser lagerartigen Gebilde verzweigen sich zuweilen in mehrere Trümmer, die wieder eben so regelmässig fortziehen und zwischen sich Lagen der Gneisen-Granitmasse haben und auch bisweilen sich allmählig auskeilen. Ihre mit dem Nebengestein meistens fest verwachsene Ausfüllung besteht durchgehends aus den Gemengtheilen des Gneises, die aber in grossen krystallisirten Individuen auftreten; die Quarzkrystalle bis zur Fussgrösse. In mehrmaliger Abwechselung bilden Quarz und Glimmer häufig von beiden Saalbändern herein gegen die Mitte correspondirende Lagen, die zuweilen

Drusenräume umschliessen, in welchen grössere Krystalle von Flussspath, Zinnstein, Wolfram und einige andere seltenere Mineralien enthalten sind. Diese lagerartigen Erzbildungen setzen aus dem Granitkegel in den umgebenden Porphyr nach derselben Ordnung, aber nur auf kurze Erstreckung fort, liegen jedoch hier enger beisammen, werden schmäler und immer erzärmer, bis sie sich endlich als taube Quarztrümmer verlieren. Die ganze Reihe derselben wird von vielen, unter 70° bis 90° nach einerlei Richtung fallenden, unter sich parallelen Gängen durchsetzt, wie es untenstehende Figur darstellt, welche



gewöhnlich regelmässige Verwerfungen bewirkt haben, obwohl sie hinsichtlich ihrer Ausfüllungsmasse von ziemlich ähnlicher Beschaffenheit sind. Von einer schmalen Spalte an bis zu 10 Zoll Mächtigkeit ansteigend, besteht ihre Ausfüllung zwar meistentheils aus zerriebenem und zersetztem Granit und Greisen in einem grusartigen Zustande und aus Letten; allein sie zeigen sich auch wieder mit krystallinischer Gangmasse erfüllt und da treten stets auch wieder derselbe Quarz und Glimmer mit wenig Flussspath, Zinnstein und Wolfram auf, welche sowohl die Ausfüllung der Lagergebilde, als die Gemengtheile des Greisen sind.

Von den Lagerstätten, die man Nieren, Nester, Stöcke, Linsen, Putzen nennt.

Wenn man die Erze in Massen erscheinen sieht, die weder die Eigenschaften der Lager, noch die der Gänge und Stockwerke besitzen, so belegt man solche Vorkommnisse mit obigen verschiedenen Namen, durch die man vorzüglich die verschiedene Grösse solcher Lagerstätten anzuzeigen sucht, oder ihre eigenthümliche Form und ihr Verhältniss zur umschliessenden Gebirgsmasse. Der Erze, welche unter solchen Verhältnissen vorkommen, sind nur wenige. Es sind vorzüglich Eisenerze, einige Kiese, namentlich Eisenkies und Kupferkies, und einige Gemenge aus Kiesen, Glanzen und Blenden. Ausser diesen kommen auch Gyps, Steinsalz und Kohlen auf eine ähnliche Weise vor.

Diese Gebilde liegen gewöhnlich zwischen den Schichten oder Structurflächen der sie umschliessenden Gesteine, von denen die plattenförmigen und schieferigen sich häufig an den Erzkörper anschmiegen. Doch schneiden sie auch bisweilen die Structurflächen und Schichten. Es sind namentlich die grösseren stockartigen Massen, welche öfters bei einer aufgerichteten Stellung dieses Verhältniss zeigen, und die man alsdann *stehende Stöcke* nennt, zum Unterschiede von *liegenden Stöcken*, welche den Schichten oder der Gebirgsstructur parallel liegen.

Nester nennt man kleinere, gewöhnlich unbestimmt krummflächig begrenzte Erzmassen von ziemlich gleichen Dimensionen, und *Linsen* diejenigen von ellipsoidischer Form; *Nieren* heissen sie bei dem kleinsten Umfange.

Sie kommen theils einzeln, theils zu mehreren mit einander vor. Kiesstöcke kommen oft nach ersterer Art vor; Eisenerzstöcke nach letzterer. Doch ist weder das eine, noch das andere Vorkommen ausschliesslich. Folgen mehrere solcher Lagerstätten in geringen Entfernungen auf einander, so beziehen sie sich gewöhnlich auf eine gemeinschaftliche Ebene und nähern sich dadurch, wenn diese Ebene mit einer Structurfläche oder Schichtungsfläche der Gebirgsmasse zusammenfällt, der Form der Lager, mit welchen überhaupt die liegenden Stöcke in allen jenen Fällen übereinstimmen, wo die wahren Lager in ihrer Mächtigkeit schnell zunehmen und dabei ihre Platten-

form verlieren. Ein ähnliches Verhältniss zeigen die stehenden Stöcke zu den Gängen. Nester, welche in der Nähe von Gängen liegen, scheinen durch ihre Verbindung mit diesen, vermittelst Spalten oder Klüfte, ihre Entstehung erhalten zu haben. Im südlichen Schwarzwald liegen zu Gersbach im Granit, längs eines mit Letten ausgefüllten Ganges, Nester von Schwefelkies, im Hangenden und Liegenden durch Klüfte mit der Gangspalte verbunden. Man fährt vom Gange aus auf diesen Klüften auf und erreicht gemeiniglich vor der dritten Lachter ein Kiesnest; es sind wiederholt auf diese Weise Nester ausgerichtet worden, die mehrere Tausend Zentner Erz geliefert haben. Diese Erzvorkommnisse stehen in einer unverkennbaren Beziehung zu dem Gange, dessen Nebengestein an vielen Stellen mit denselben Erzen imprägnirt ist, welche die Nester zusammensetzen.

Diese *Erznester* sind in jeder Beziehung sehr verschieden von Nestern eines krystallinischen *Gesteins,* die von einem anderen eingeschlossen sind, das die gleichen Gemengtheile, jedoch in einer verschiedenen Anordnung hat. Ein Vorkommen solcher Art, Nester von Gneis im Granit, beschreibt v. CHARPENTIER in seiner Déscription géologique des Pyrenées S. 141. Er hat es in den Umgebungen des Port d'Oo beobachtet. Eckige Gneisstücke von mehr als 100 Cubik-Toisen Inhalt liegen hier einzeln, in ziemlich gleichen Zwischenräumen auseinander, so geordnet in einem Granit von mittlerem Korn, dass die Richtung und die Neigung der Gneisblätter bei den einzelnen Nieren übereinstimmen. An mehreren Stellen laufen Granitstreifen in die Gneisnester hinein und bei allen sieht man feste Verwachsung mit dem Granit. Es ist klar, dass hier eine gleichzeitige Bildung der Nester und des umschliessenden Gesteins und dabei eine Sonderung der beiden Gesteine stattgefunden hat, bei welcher die gleichen Gemengtheile auf verschiedene Weise mit einander verbunden sind. Die Uebereinstimmung, welche die Gneisblätter der einzelnen Nester hinsichtlich ihrer Neigung und Richtung zeigen, deutet an, dass sie mit der umgebenden Granitmasse gestreckt worden sind.

In ihrem Innern sind die genannten Erzlagerstätten gewöhnlich von gleichförmiger Beschaffenheit. Sie zeigen, wenn sie aus einerlei Erz bestehen, weder besondere Verhältnisse der Zusammensetzung, noch, wenn sie verschiedenartige Erze ent-

halten, eine besondere Gruppirung einzelner derselben. Bisweilen liegen gewisse Erze und Mineralien mehr an der Aussenseite oder mehr gegen die Mitte der Lagerstätte, jedoch ohne dabei eine Regelmässigkeit oder eine Beständigkeit zu zeigen. An den Grenzen führen auch diese Lagerstätten öfters thonige Bestege. Sind es Gesteine, die unter ähnlichen Verhältnissen vorkommen, z. B. Kalkstein- oder Marmorstöcke, so liegen statt eines Thonbesteges bisweilen Erze, Kiese, Glanze, Blenden an ihren Grenzen. Diese Erscheinung beobachtet man öfters auf den Grenzen krystallinischer Gebirgsmassen, oder auf der Scheide zwischen diesen und Sedimentbildungen. Von solchen Erzvorkommnissen liefert das Bannat ausgezeichnete Beispiele. Man hat sie, nicht sehr passend, *Contact-Gänge* genannt.

Erzmassen, welche kleine Höhlungen ausfüllen, nennt man *Putzen*. Man findet sie vorzüglich im Sediment-Kalkgebirge, wo sie theils einzeln liegen, theils durch Klüfte mit einander verbunden sind, oder in Beziehungen zu Gängen stehen. Man kennt viele solcher Vorkommnisse in den Bleirevieren von Derbyshire und Cumberland, wo man sie in unmittelbarer Verbindung mit Gängen sieht, von welchen aus die Erze auch zwischen die Kalksteinschichten eindringen. Der englische Bergmann nennt solche *schwebende Trümmer* „Pipe veins". Auch im Rezbanyer Bergrevier kommen Blei- und Kupfererze in Höhlungen des Kalkgebirges vor.

Vergleicht man die einzelnen beschriebenen besonderen Erzlagerstätten mit einander, so wird es klar, dass sie im Wesentlichen in zwei Abtheilungen zerfallen. Die einen haben den Lager-Typus, indem sie zwischen den Schichten oder den Structurflächen des umgebenden Gebirges liegen; haben die anderen den Typus der Gänge, da sie, wie diese, die Schichten und die Structurflächen durchschneiden. Sie sind alle unter ähnlichen Verhältnissen gebildet und auf ähnlichen Wegen an die Stellen gelangt, die sie jetzt einnehmen.

Das Schürfen nach Lagerstätten nutzbarer Mineralien.

Das Aufsuchen von Erzlagerstätten, so wie von solchen, die andere nutzbare Mineralien enthalten, ist ein Gegenstand von ungewöhnlicher Wichtigkeit, und ganz geeignet, mächtig anzuziehen.

Ausser der Freude jeden Fundes, geht daraus meist ein vieljähriger bedeutender Gewinn für Einzelne, wie für grössere Classen der büngerlichen Gesellschaft hervor. Es hat daher zu allen Zeiten Menschen gegeben, welche einen grossen Theil ihrer Zeit der Arbeit des Erzaufsuchens widmeten, welche man *Schürfen* nennt. Es waren beinahe ausschliesslich Bergleute, die durch ihre Beschäftigung und Lebensweise insbesondere darauf hingewiesen wurden. Da die Felsen-Oberfläche der gebirgigen Gegenden, in welchen die Lagerstätten nutzbarer Mineralien vorkommen, mehrentheils mit Schutt und Erde bedeckt ist, welche aus der Verwitterung der Gesteine hervorgehen, und jene lockeren Massen selbst wieder grossentheils von Wäldern, von wildwachsenden oder von Culturpflanzen bedeckt sind: so ist darunter der bei weitem grösste Theil des Ausgehenden der Lagerstätten, oder nach der bergmännischen Sprache, des *Ausbisses* derselben, verborgen. Ihr Aufsuchen ist unter solchen Verhältnissen nur bei genauer Beobachtung gewisser, aus der Erfahrung abgeleiteter Regeln von gutem Erfolg, deren Inbegriff eine kleine besondere Scienz bildet, welche man *Schurfkunde* heisst. Sie ist von grosser practischer Wichtigkeit. Mit ihr sollte jeder Freund und Cultivator der Geologie vertraut sein.

Wer Reisen oder Wanderungen im Gebirge macht, kann damit jederzeit das Suchen nach Lagerstätten verbinden. Man beobachtet insbesondere beim Bergaufgehen am genauesten alle Vorkommnisse von sogenannten *Fundstufen* oder *Erzfindlingen.* Gebirgswege, Wasserrisse, Schluchten, Bäche, Quellen sind namentlich Stellen, an welchen Fundstufen, die ersten Anzeigen des Ausbisses von Lagerstätten, gefunden werden können. Auch führen Felsenstürze, Baumausstockungeu, Windbrüche, wobei Bäume sammt der Wurzel ausgehoben werden, öfters zu ihrer Entdeckung. Wo neben Ackerfeld, das neu angelegt ist, die bei der Umarbeitung des Bodens ausgelesenen Steine an den Seiten aufgehäuft liegen, da bietet sich ebenfalls eine gute Gelegenheit zum Suchen dar.

Häufig erhält man die ersten Kenntnisse des Vorkommens nutzbarer Mineralien von den Landesbewohnern, und vorzüglich von Bauersleuten, die bei der Bearbeitung des Bodens manche Beobachtung machen. Es sind ferner auch Forstleute, Jäger, Holzhauer, Steinbrecher, Fuhrleute, die im Gebirge fahren, Hirten, Feldhüter, in dieser Beziehung zu befragen.

Befindet sich der Ausbiss einer Lagerstätte an einem Gebirgsabhang — der häufigste Fall — so bewegen sich die davon abgetrennten Stücke abwärts, und der Ausbiss liegt daher immer oberhalb der von ihm stammenden Findlinge, welche in einem Streifen am Abhang herab verbreitet und um so weiter von der Lagerstätte entfernt sind, je mehr Neigung der Bergabhang besitzt.

Da die meisten von einem Ausbiss abgelösten Stücke grösser sind, als die mit umherliegenden Gesteinstücke, oder der Grus derselben, so treten sie bei der Fortbewegung nach abwärts aus

der sie umgebenden weiter zerkleinerten Schuttmasse oder Erdlage immer mehr und mehr an die Oberfläche, je weiter sie sich von ihrer ursprünglichen Lage entfernen. Desshalb liegen alle etwas grösseren Fundstufen, die vom Ausbiss weit entfernt sind, stets mehr an der Oberfläche und niemals auf dem Felsen selbst auf. Aus diesem Grunde kann das Ausgehende einer Lagerstätte an einem Gebirgsabhange, wenn die Schutt-, Grus- oder Erdlage nur einige Dicke hat, niemals dort gefunden werden, wo man Stufen auf der Oberfläche oder ganz wenig darunter antrifft. Man muss mit den Schurfarbeiten jederzeit so hoch oben anfangen, dass man dabei in einer Tiefe von 2—3 Fuss unter der Oberfläche keine Stufen mehr findet.

Je tiefer das feste Gestein unter lockerem Schutt, Grus oder Erde liegt und je sanfter der Bergabhang in der Gegend des Ausbisses einer Lagerstätte ist, desto länger ist der Weg, den abgelöste Stufen durchlaufen müssen, bis sie unter der lockeren Masse heraus an die Oberfläche gelangen. Ihre mehr und weniger eckige oder abgerundete Beschaffenheit gibt immer guten Aufschluss über die Länge des zurückgelegten Weges.

Findet man Stufen auf der Höhe eines Berges oder Hügels, auf einem Bergrücken oder auf einem Plateau, so muss der Ausbiss da sein, wo die Stufen liegen, da sie von keinem höheren Orte können herabgekommen sein. An solchen Stellen ist der Gebirgsschutt oder die Erdlage in der Regel nicht stark und man findet daher den Ausbiss hier vermittelst eines Schachtes, den man an der Stelle abteuft, allwo die Fundstufen liegen. Ist nahe bei einer solchen Stelle ein Gebirgsabhang, der eine Stollen-Anlage erlaubt, so treibt man ein Paar Lachter tiefer einen Stollen heran, mit dem man den Ausbiss ebenfalls trifft.

Wenn man Stufen in einem Hohlwege findet, so können sie gar leicht durch die Räder der Fuhrwerke, so wie durch die Wasser von Regengüssen und Schneeschmelzen sehr weit von ihrer ursprünglichen Lage entfernt worden sein. Ist man in diesem Fall in dem Hohlwege bis dahin aufwärts gegangen, wo keine Stufen mehr vorkommen, so geht man wieder bis zu dem Puncte zurück, wo deren noch liegen, und dann untersucht man, von welcher Seite her die Stücke in den Hohlweg gelangen. Oefters kommen sie von beiden Seiten her, und dann geht die Streichungslinie der Lagerstätte quer über den Weg. Wenn man nun an dem Puncte, wo die obersten Stufen vorkommen, mit einem tonnlägigen Schacht gegen den Berg niedergeht, so wird man das Ausgehende in geringer Tiefe finden. Kann man wegen der nöthigen Fahrbarhaltung des Weges die Arbeit nicht in demselben anlegen, so fährt man auf die eine oder auf die andere Seite, von welcher eben die mehrsten Stufen herkommen, ebensöhlig so weit seitwärts hinaus, bis die Schachtarbeit ganz ausserhalb des Weges getrieben werden kann.

Findet man Stufen in einer gebirgigen Gegend auf einem Ackerfeld, das an einem Abhang liegt, so führt man die Aufsuchung der Lagerstätte am besten nach der frischen Umpflügung des Feldes und einem kurz vorhergegangenen Regen aus, der durch Abspülung der gröberen eingemengten Gesteinstücke, die Erkennung der hier zerstreuten nutzbaren Mineralien erleichtert. Man geht von unten herauf im Zickzack das Feld hinauf, und so weit seitlich als Stufen zerstreut sind. Wo man deren mehrere beisammen findet, steckt man ein Zeichen, einen Stab oder Reisig zur Bezeichnung des Punctes ein. Ist man so aufsteigend bei der Höhe angelangt, über welcher keine Stufen mehr wahrgenommen werden, so übersieht man von dem obersten Zeichen aus die Lage der übrigen und erhält die Ansicht der Verbreitung der Stufen und des Streifens, den sie auf dem Felde bilden. Seine Breite an der Stelle, wo die obersten davon gefunden worden, wird nun halbirt und sodann in seiner Mitte der Schurf angelegt; ebensöhlig, wenn der Bergabhang steil ist; seiger, wenn die Neigung schwach. Ehe man das feste Gestein erreicht, findet man gewöhnlich schon viele Stufen, und bald hierauf den Ausbiss. Sollte jedoch diess nicht der Fall sein, so muss der Schurf nach beiden Seiten hin etwas verlängert werden, wobei sodann die Findlinge sicher zur Lagerstätte führen.

Kommen Stufen auf einem Gebirgswege vor, der nicht den steilsten Bergabhang hinangeht und zu dessen Seiten ansteigend die Gebirgsoberfläche mit Rasen, Gebüsch oder Wald bewachsen ist, so untersucht man zunächst auf dem Wege selbst, wie weit aufwärts Stufen gefunden worden. Ist der höchste Punct, bis zu welchem diese liegen, gefunden, so untersucht man von diesem zurück und abwärts, der über dem Wege liegenden höhern und steilorn Bergseite entlang, die Ausdehnung, in welcher die Stufen von oben in den Weg gelangen. Es ist klar, dass sie von daher kommen müssen, wenn sie nicht unmittelbar von einem Ausbiss im Wege selbst abstammen. Die Länge der Linie, in der die Stufen demselben zugehen, ist die Breite des Fundstufen-Streifens, der sich von da aufwärts nach dem steilsten Bergabhang bis zum Ausgehenden der Lagerstätte fortzieht. Man stellt sich hierauf in die Mitte des gefundenen Erzstreifens, und sucht von hier aus mittelst des Augenmaasses die Richtung der Linie des steilsten Bergabfalles zu ermitteln. Diese wird auf eine Länge von 40 bis 300 Fuss, je nach Umständen, abgemarkt. Hierauf geht man auf derselben vom Wege aus 30 bis 40 Fuss aufwärts und gräbt hier die Erde auf. Findet man in der gemachten Oeffnung Stufen gleich unter dem Rasen oder in geringer Tiefe darunter, ohne dass sie bis auf das feste Gestein hinab liegen, so ist es ein Beweis, dass man noch weit von dem Ausbiss entfernt ist. Man geht sodann etwas höher hinauf, legt abermals einen kleinen Schurf an und wiederholt dieses Verfahren, indem man immer wieder etwas

höher ansteigt, so oft, bis man dabei endlich die Stufen nahe am festen Gestein oder unmittelbar auf demselben aufliegend antrifft. Von hier aus führt man einen Schurfgraben auf der Linie des stärksten Abfalles aufwärts und so weit fort, bis man das Ausgehende der Lagerstätte erreicht. Da bei dieser Arbeit fort und fort Stufen gefunden werden, so führen sie sicher zum Ausbiss.

Hat ein entdeckter Streifen von Fundstufen eine Breite von 12 bis 15 Fuss, so wird er durch Schürfe, die auf der durch Augenmaass ermittelten Linie des steilsten Abfalls angelegt sind, nicht leicht verfehlt. Beträgt aber seine Breite nur einige Fuss, dann ist es zweifelhaft, ob man denselben richtig trifft. Wenn daher mit Schurföffnungen, die bis auf das Gestein getrieben sind, keine Stufen gefunden werden, so kann, zumal bei schmalen Fundstufen-Streifen, derselbe verfehlt werden; es ist dann wahrscheinlich, dass er zur Seite liegt. Durch einen Schurfgraben, den man von der gemachten Oeffnung aus ebensöhlig 1 bis 2 Lachter zu beiden Seiten bis auf das Gestein führt, wird sodann der Streifen gewöhnlich getroffen, falls er sich bis zu dieser Höhe hinanzieht. Entdeckt man jedoch auch dabei die Lagerstätte nicht, so darf es als bewiesen angesehen werden, dass ihr Ausgehendes weiter unten und zwar zwischen der eben geführten Schurfarbeit und der zunächst liegenden tieferen sich befinden müsse, allwo noch Stufen gefunden wurden. Unter diesen Verhältnissen führt man von dieser Stelle aus eine Rösche aufwärts gegen den oberen Punct. Noch ehe man denselben erreicht, werden sich die Stufen in die Tiefe ziehen und zum Ausbiss führen.

Es ist keine seltene Erscheinung, dass man mit einzelnen Schürfen das Ausgehende einer Lagerstätte überspringt, wenn die Schurfarbeit in Gegenden vorgenommen wird, wo die Entfernung der obersten Fundstufen von der Lagerstätte nur einige Lachter beträgt. Möglicherweise können die Fundstufen eines Streifens durch einen Erdrutsch weit herabgeführt worden sein. Dann ist das Aufsuchen der Lagerstätte schwerer, weil in diesem Falle kein regelmässiges Vorkommen von Stufen bis zum Ausbiss zu beobachten wäre. Wenn man jedoch nach dem steilsten Abhang hinauf sucht, so wird man durch hier sich findende vereinzelte Stufen zweifelsohne auch zur Lagerstätte geleitet.

Wo die Oberfläche von Rasen, Wäldern u. s. w. bedeckt ist, da kommt selten eine Fundstufe an das Tageslicht. Unter oben näher bezeichneten Verhältnissen (S. 278) werden jedoch dann und wann welche zu Tage gefördert. Die Breite des Streifens, welche sie bilden, ist hier schwieriger zu bestimmen. Man führt in diesem Fall von dem Puncte aus, wo man Stufen findet, zu beiden Seiten hin einen Schurfgraben bis auf das feste Gestein und setzt die Arbeit fort, so lange man durch sie noch Stufen findet. Ist auf diese Weise die Breite des Streifens gefunden, so steckt man von seiner Mitte aus nach dem Augenmaass eine Linie ab und verfährt wie im vorhergehenden Fall.

Oefters werden Stufen nutzbarer Mineralien in Gebirgschluchten gefunden. Dabei ist das Verfahren der Aufsuchung ihrer Lagerstätte etwas verschieden, je nach dem die Schlucht Trümmermassen, Geschiebe und Schutt führt, oder mit einer Vegetationsdecke überkleidet ist, oder endlich in Cultur stehendes Ackerfeld einschliesst.

Kommen die Fundstufen in den Trümmerhalden einer Schlucht vor, so sind sie, mit den Gesteinstücken von ziemlich gleicher Grösse, in der ganzen Masse der Geschiebe vertheilt. Man steigt beim Aufsuchen ihrer Lagerstätte über die Trümmermasse so weit aufwärts, als man noch Stufen findet, oder bis dahin, wo bei fortwährendem Vorkommen derselben die Schutthalde sich in Arme theilt oder verzweigt. Diejenige Verzweigung verfolgend, in welcher die Stufen sich fortliegend zeigen, geht man bis dahin aufwärts, wo ihr Vorkommen aufhört und räumt auf derjenigen Stelle, wo man die letzte Stufe findet, den Schutt hinweg bis auf das feste Gestein. Von hier aus geht man auf demselben aufwärts mit der Arbeit, und findet man dabei Stufen unter der Schuttmasse auf dem Felsen liegend, so ist das Ausgehende der Lagerstätte nicht mehr fern. Weiter aufwärts gehend findet man sie alsdann bald.

Werden aber unter der Trümmermasse keine Stufen gefunden, so zeigt diess an, dass ihr Ausbiss nicht in der Schlucht selbst, sondern an den sie umschliessenden Gehängen zu suchen ist. Bei deren aufmerksamer Untersuchung wird man das Ausgehende der Lagerstätte sehr bald auf der einen oder auf der anderen Seite finden. Sind die Gehänge von Vegetation bedeckt, so hat man eine der Methoden anzuwenden, die im Vorhergehenden beschrieben worden sind.

Wo im Hochgebirge Schluchten und felsige Hochthäler vergletschert sind, da hat man die Seiten- und Endmorainen der Gletscher zu untersuchen und wenn sich in diesen nutzbare Mineralien zeigen, deren Spuren auf dem Gletscher selbst, durch Aufsteigen auf der Gufferlinie zu verfolgen. Da die Stufen hier immer vom Felsenbau des Gletscher-Hintergrundes, oder von den Bergwänden abstammen, die ihn einschliessen; so führt die aufmerksame Verfolgung der Gufferlinien jederzeit sicher in die unmittelbare Nähe der Lagerstätte, die man an den umschliessenden Bergwänden unfehlbar findet.

Ist der Boden einer Schlucht mit Vegetation bekleidet, so wie die sie einschliessenden Gehänge, so muss die Untersuchung vermittelst Schürfen nach oben beschriebener Weise geschehen. Die einzelneu Schürfe müssen aber in kleineren Abständen angebracht werden. Hat man das obere Ende der Stufen gefunden, so muss ihre Abkunft von den Gehängen nach bekannten Methoden ermittelt werden.

Liegt Ackerfeld in einer stufenführenden Schlucht, so erleichtert der offen gelegte lockere Boden das Verfolgen der Fundstufen

aufwärts bis dahin, wo man ihre Abstammung aus der Schlucht selbst, oder ihr Herabkommen von den Gehängen beobachten kann. Das Verfahren ist dem oben mehrfach beschriebenen gleich.

Wenn Stücke nutzbarer Mineralien in einem Gebirgsbach gefunden werden, so hat man im Allgemeinen wenig Hoffnung, durch Verfolgung derselben zur Lagerstätte zu gelangen und die Wahrscheinlichkeit, durch die Fundstufen zu ihr geleitet zu werden, ist um so geringer, je länger die Strecke ist, welche der Bach durchfliesst, indem die in sein Bett gelangten Stücke viele Stunden weit von ihrem Fundorte weggeführt sein können. Findet man aber Stufen in den Bächen hoch oben im Gebirge, in der Nähe ihres Quellenbezirks, dann ist die Untersuchung weniger schwierig und ihr Erfolg sicherer, da unter solchen Verhältnissen die Lagerstätte nicht weit entfernt sein kann. Man verfährt wie in beiden vorhergehenden Fällen. Es ist mitunter, wo in einer Gegend Erzgänge aufsetzen, möglich, bei dem Verfolgen der Stufen einen Gang im Bachbett selbst, oder im unmittelbar daneben anstehenden Gesteine zu entdecken.

Die Beschaffenheit der Fundstufen zeigt gewöhnlich auch die Art der Lagerstätte an. Stufen, die von Gängen abstammen, zeigen häufig Drusen und sind oft zellig und löcherig an der Oberfläche. Enthalten sie Erz, so sieht man gewöhnlich Streifenbildung daran, eingeschlossene Bruchstücke des Nebengesteins u. s. w. Stufen von Lagern sind in der Regel derb; unregelmässig mit Gangarten oder Gesteinstücken verwachsen. Bei den Gängen, welche verschiedene Gebirgslager durchsetzen, ist es nicht selten der Fall, dass sie in dem einen taub, in dem andern erzführend sind und in dieser Hinsicht in einer bestimmten Gegend sich sehr gleichförmig verhalten. Im Schwarzwald durchsetzen in der Gegend von Schiltach und Wittichen Gänge den Granit und den aufgelagerten rothen Sandstein; in jenem erzreich, sind sie in diesem taub. Die Gänge, welche zu Biber, Stadtbergen, Riegelsdorf und Schweina die Glieder der Zechsteinbildung durchsetzen, sind niemals erzführend über dem Kupferschiefer-Flötz, wohl aber zwischen und unter demselben. Ferner ist der in einer Gegend durch Erfahrung bekannt gewordene Einfluss der Richtung der Gänge, der Gangarten, die sie führen u. m A., bei den Schurfarbeiten zu berücksichtigen.

Beschaffenheit der Formen hervorragender Gänge, Lager und Stöcke.

Gesteine, welche Gänge, Lager, Stöcke bilden, haben als solche häufig eine grosse Ausdehnung und Mächtigkeit und ragen vielfältig aus den sie umschliessenden Massen hervor. Sie erheben sich in Felsenmauern, Kuppen, Kegeln u. s. w.

über ihre Umgebungen und unterscheiden sich dadurch augenfällig von denselben. Dazu kommt noch die Verschiedenheit der Gesteine, indem das Umschliessende in der Regel ein Sediment- oder ein schieferiges und plattenförmiges Gestein ist, die Gänge und Lager dagegen vorzüglich aus krystallinisch-körnigen Gesteinen bestehen. Granite, Syenite, Porphyre, Grünsteine, Basalte u. s. w. kommen gewöhnlich unter solchen Verhältnissen vor und geben sich schon aus der Ferne durch ihre eigenthümlichen Formen als Massen von besonderer Beschaffenheit zu erkennen. Vergleicht man mit diesen die Formen der Sedimentgebilde, sieht man diese in unmittelbarer Nähe jener, so sind die Unterschiede auffallend. Wenn man aus den Dachformen des kalkigen Jura, aus den Platten des rothen Sandsteins am Schwarzwalde, aus den Conglomeratschichten der Gegend von Kreuznach, von weitem einzelne Kuppen und Kegel aufragen sieht, welche die Gegend beherrschen; so lehrt uns die genaue Untersuchung dieser Berge in den einzelnen Gebilden massige Gesteine kennen, die, vom Sedimentgebirge umschlossen, als Gänge, Lager oder Stöcke auftreten. Die Gestalten dieser Massen bieten eine weit grössere Mannigfaltigkeit dar, als die Berge der regelmässig geschichteten Gesteine, zumal bei einer horizontalen oder nur schwach geneigten Schichtenstellung. Unterliegt die Gebirgsmasse, welche sie umschliesst, der Verwitterung, so wird der Unterschied der Formen dadurch immer grösser, dass die Umgebungen des hervorragenden Gesteins durch ihre fortschreitende Zerstörung mehr und mehr abgerundet und erniedrigt werden, während jene Massen im Allgemeinen den Witterungseinflüssen widerstehen. Gesteingänge heben sich dabei in scharfen Rücken heraus oder erscheinen als Felsenmauern; Lager und Stöcke bilden Kuppen, Kegel, Felsenhörner u. s. w. Die Serpentin- und Grünsteinkuppen, die Porphyrkegel, die Quarzmauern, die Kalkstöcke, die Trachytdome sind Beispiele. Ausgezeichnete Porphyrstöcke sind die *Bruchhauser Steine* am *Issenberg* unfern *Brilon* in Westphalen. Es sind vier grosse Felsmassen aus Feldsteinporphyr, die aus dem Thonschieferberge gleich Ruinen kolossaler Dome hervorragen; ein Wahrzeichen des Süderländischen Gebirges, weithin sichtbar im Lande. (J. Nöggerath in Karstens Arch. B. III. H. 1.)

Einfluss derselben auf Gebirgsformen.

Die ungeschichteten Gebirgsbildungen erscheinen unter Verhältnissen, welche mehr oder weniger mit denen der beschriebenen Lagerstätten übereinstimmen. Ihr Auftreten an der Oberfläche zeigt sich in Formen der bezeichneten Art. Herrschen sie in einer Gegend vor, so ertheilen sie ihr eine grosse Formen-Mannigfaltigkeit. Am grössten ist dies jedoch in Gebirgsgegenden, die aus ungeschichteten Massen und damit auf verschiedene Weise verbundenen, bald horizontalen, bald aufgerichteten Sedimentgebilden zusammengesetzt sind. Auch da, wo verschiedene Gebirge von abweichender Constitution einander berühren, tritt eine grosse Mannigfaltigkeit von Formen auf, die durch zwischenliegende Thäler, Becken, Niederungen, durch dabei nie fehlende Flüsse und öfters vorkommende Seen vermehrt, in ihrer Verbindung Bilder geben, die zu den grossartigsten und schönsten gehören, welche die Natur darbietet.

Eine herrliche Ansicht eines solchen Bildes gibt der Standpunct auf der *Höhe über Engen im Hegau.* Wenn man nach Ueberschreitung des Schwarzwaldes von dem Jura-Thal der Donau auf diese Höhe hinangestiegen ist, eine Wasserscheide zwischen Rhein und Donau, von welcher der Jura, am südöstlichen Abfalle des Schwarzwaldes hinziehend, gegen das Becken des Bodensee's abfällt, so überschaut man mit einem Blicke: die hohen, lang gezogenen Juraberge, die sanfteren Molasserücken, die steilen Basalt- und Klingsteinkegel des vorliegenden Hegau's, das Achthal, den See und die Insel Reichenau, und im Hintergrunde die wolkenhohe, ausgezackte Kette der Alpen.

Literatur.

Ueber allgemeine orographische Verhältnisse: Daubuisson de Voisins, traité de géognosie, 1828. T. I. A. v. Humboldt, Asie centrale. 1843. Derselbe, Kosmos. 1845. Omalius d'Halloy, éléments de géologie. 1830. B. Studer, Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie. I. Bd. 1844. F. Hoffmann, physikalische Geographie. 1837.

Ueber Thäler: Daubuisson, traité de géognosie. T. I. 1828. F. Hoffmann, orograph. und geolog. Verhältnisse des nordwestl. Deutschlands. 1830. Buckland, reliquiae diluvianae. 1823. Derselbe, on valleys of elevation, trans. of the geol. soc. Lond. 2 ser. Vol. II. de la Beche, on the excavation of valleys. n. phil. Mag. 1829. Derselbe, How to observe. 1836; übersetzt von F. Rehbock. 1836. Thurmann, sur les soulèvements jurassiques. ann. de la soc. d'hist. nat. de Strasbourg. 1837. Omalius d'Halloy, élém. de géol. 1839. Elie de Beaumont, soc. philom. 1843. B. Studer, Lehrb. d. phys. Geogr. und Geol. 1844.

Ueber die Richtungen der Gebirge: L. v. Buch, Taschenbuch für Mineralogie, herausgegeben von C. v. Leonhard. Elie de Beaumont, révol. de la surface du globe, ann. des sc. nat. 1829.

Ueber vergleichende Darstellung der Gebirge: Schouw, in Berghaus' Annalen der Erd- und Völkerkunde. A. v. Humboldt, Asie centrale. 1843.

Ueber Structur- und Schichtungsverhältnisse: Die angeführten Werke von Daubuisson und Omalius d'Halloy. Mohs, die ersten Begriffe der Mineralogie und Geognosie, zweiter Theil. 1842. B. Studer, Lehrb. d. phys. Geogr. und Geologie. Bd. I. 1844. Fr. Naumann, über Linear-Parallelismus. Karst. Archiv. Bd. XII. H. 1, und Dessen Geogn. Beschreib. d. Königr. Sachsen. 2. H. 1845.

Ueber Gänge, *Lager* u. s w.: Werner, neue Theorie von der Entstehung der Gänge. Freiberg 1791. v. Charpentier, Beobachtungen über die Lagerstätte der Erze. Leipzig 1799. Freyesleben, in v. Moll's Jahrb. d. Berg- u. Hüttenkunde. IV. B. 2. Lief. 1800. Schmidt, Theorie der Verschiebungen älterer Gänge. Frankfurt 1810. Desselben Beiträge zu der Lehre von den Gängen. Siegen 1827. Waldauf von Waldenstein, die besonderen Lagerstätten der nutzbaren Mineralien. Wien 1824. Zimmermann, die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze. Darmstadt und Leipzig 1828. Kühn, Handbuch der Geognosie. Freiberg 1833. Bd. II. Daubuisson de Voisins, traité de géognosie. T. III. Darst. von Fournet. 1835. v. Weissenbach, Abbildungen merkwürdiger Gangverhältnisse aus dem

Erzgebirge. 1836. FREYESLEBEN, die Sächsischen Erzgänge. Freiberg 1836. BAUER, die Silber-, Blei- und Kupfergänge von Holzappel an der Lahn, Welmich und Werlau am Rhein, in Karstens und v. Dechen's Archiv. Bd. XV. H. 1. FOURNET, die Erzgänge und ihre Beziehungen zu den Eruptivgesteinen, übersetzt von B. Cotta. Dresden u. Leipzig 1846. FREYESLEBEN, Magazin für die Oryktographie von Sachsen. Freiberg. Das 12te Heft ist 1846 wenige Wochen vor seinem Tode erschienen.

Von den geognostischen Formationen.

Gebirgsbildungen, welche *geschichtet* sind, müssen betrachtet werden als *niedergeschlagen* oder *abgesetzt* aus tropfbaren Flüssigkeiten. Die Stoffe, welche sie zusammensetzen, waren entweder *aufgelöst*, wie der kohlensaure Kalk, oder *aufgeschlemmt*, *schwebend*, wie Schlamm, in der Flüssigkeit vorhanden. Die *Schichten*, welche sie bei ihrem Absatz bildeten, legten sich in gleichförmiger Lagerung über einander. Ihre Bildung ging ohne Unterbrechung während einer bestimmten Zeit ungestört fort, und die Schichten, welche in einer Periode sich unter den gleichen Umständen gebildet haben, besitzen jederzeit einen gemeinschaftlichen eigenthümlichen Character und schliessen die Reste der ihrer Bildungszeit angehörigen Pflanzen und Thiere ein. Sie bilden zusammen *ein Ganzes*, und kommen daher immer zusammen und unter gleichen Lagerungsverhältnissen vor. Massen, die mit einander allenthalben zusammen als *ein Ganzes* unter denselben Lagerungsverhältnissen vorkommen, machen eine *Formation**) (terrain) aus. Die *geognostischen Formationen* sind

*) Im gemeinen Leben bezeichnet das Wort Formation gewöhnlich die Bildungsart einer Masse, und bezieht sich somit auf die Entstehung derselben, und in diesem Sinne spricht man von einer feurigen Formation des Basaltes, einer wässerigen Formation des Kalkes, was so viel heissen soll, als Bildung des Basaltes durch Feuereinwirkung, Bildung des Kalkes auf nassem Wege. Auch gebraucht man das Wort Formation in der Mineralogie zuweilen zur Bezeichnung von Gesteinen, in Beziehung auf ihre mineralogische Uebereinstimmung. So spricht man von Kalkstein-, Sandstein-, Porphyr-, Gneis-Formationen u. s. w. Der oben angeführte Gebrauch dieses Wortes ist indessen der von allen Geognosten angenommene, geognostische.

selbstständige, unabhängige Theile des Ganzen der Erdrinde. Ihre Unabhängigkeit beurkundet sich dadurch, dass sie auf Massen von verschiedener Beschaffenheit aufgelagert erscheinen, die folglich alle als *älter* betrachtet werden müssen. Bestünde die Oberfläche der Erde nur allein aus horizontal über einander gelagerten Schichten, ohne dass sie Störungen, Veränderungen ihrer Lage, Hebungen, Senkungen und Erschütterungen der verschiedensten Art erlitten hätten, so wäre sie ohne Gebirgszüge, nur durch einzelne Erosionsthäler gefurcht und sanft gewellte Unebenheiten wären durch Anhäufungen von Schutt gebildet, durch schwach bewegte Wasser zusammengeführt. Die Oberfläche unseres Planeten böte das traurige, einförmige Bild einer ungeheuren Ebene dar.

Die ungeschichteten Bildungen haben aber die Lage der horizontalen Schichten auf die mannigfaltigste Art verändert; sie haben die Schichten zertheilt und durchbrochen. Dadurch erhielt die Erdoberfläche die Mannigfaltigkeit der Formen, die verschiedenartigsten Höhen-Unterschiede, und dabei konnte sich eine Fülle des organischen Lebens entwickeln. Störungen der beschriebenen Art, die jeweils nach der Bildung einer Formation eintraten, haben alle ihre Theile zusammen und zu gleicher Zeit betroffen und sind von Zeit zu Zeit periodisch eingetreten, so dass wir Perioden ruhiger Absätze und gewaltsamer Störungen und Veränderungen derselben unterscheiden können. Auf solche Weise von einander geschiedene Formationen treten als *selbstständige, unabhängige* Bildungen auf. Ihre Unabhängigkeit wird besonders durch die ihnen eigenthümlichen organischen Reste und dadurch beurkundet, dass sie auf Gebirgsmassen von verschiedener Beschaffenheit, auf geschichteten und ungeschichteten, als abgeschlossenes Ganzes liegen und dass sie, auf ihrer Bildung vorangegangene ältere Gebilde, bald in gleichförmiger, bald in ungleichförmiger Lagerung abgesetzt sind. Ungleichförmigkeit der Lagerung zwischen zwei Gebirgsmassen kann immer als ein Beweis der Unabhängigkeit der Formationen gelten. Damit ist aber nicht gesagt, dass diese Unabhängigkeit die Gleichförmigkeit der Lagerung ausschliese; wohl aber schliesst sie den Uebergang einer Formation in die andere aus. Häufig kann man indessen beobachten, dass, wenn zwei Formationen unmittelbar auf einander folgen, auf ihrer Grenze Schichten der einen mit Schichten der anderen noch einigemal wechseln,

bis endlich die jüngere Formation rein und ohne untergeordnete Schichten der älteren hervortritt.

Werner lehrte zuerst Formationen unterscheiden und beobachten, und bezeichnete so den Weg, auf welchem die Geognosie zu einer positiven Wissenschaft umgeschaffen wurde. Wir wissen nunmehr, dass die Erdrinde aus einer Reihe von verschiedenen Formationen besteht. Von diesen beobachten die geschichteten eine durchgreifende Lagerungsordnung, die sich unter allen Himmelsstrichen gleich bleibt. *Jede einzelne, geschichtete Formation nimmt als Glied der grossen Reihe ihre bestimmte Stelle ein.* Unbegrenzte Zweifelsucht hat Einzelne zur Läugnung einer bestimmten Formationen-Folge hingerissen. Der Geognost, der indessen heut zu Tage noch die Ordnung in der Lagerung der geschichteten Formationen läugnet, theilt das Loos des Chemikers, der die Lehre von den bestimmten Verbindungs-Verhältnissen der Körper bekämpft; denn die bestimmte Auflagerung und das verschiedene Alter selbstständiger Formationen lässt sich eben so evident beweisen, als wie die Zusammensetzung der Körper nach bestimmten Verhältnissen.

Formationen, welche in jedem Gebirge vorkommen, im Wasgau und Schwarzwalde so gut, wie am Harze, in den Alpen und Pyrenäen, am Ural und Altai, am Himalaya und in den Anden, heissen *allgemeine*; solche dagegen, die auf einzelne Puncte der Erde beschränkt, und hier unter besonderen örtlichen Verhältnissen entstanden zu sein scheinen, werden *locale* genannt. Es verdient indessen bemerkt zu werden, dass Werner, der die Existenz localer Formationen annahm, sich dabei einzig auf die Beobachtungen in Thüringen, Sachsen und am Harz stützte, welche damals Alles ausmachten, was die positive Geognosie darbot. Er pflegte als eine solche eine Anzahl von Schichten bei Wehrau in der Lausitz aufzuführen. Später wurde auch der Oeninger Mergelschiefer für eine locale Formation angesprochen. Auch die ersten Süsswassergebilde, die man kennen lernte, die Meeresbildungen in den Becken von London, Wien, Paris u. s. w., hielt man für locale Bildungen. Fortgesetzte Beobachtungen zeigten aber bald, dass ähnliche Gebilde an sehr vielen Orten und unter gleichen Verhältnissen vorkommen, und dass sie insgesammt sehr verbreiteten, *allgemeinen Formationen* angehören. So möchte man wohl in der Folge noch gewisse andere Gebilde, die einige bislang als locale

Formationen betrachten zu müssen glaubten, als durch Oertlichkeiten modificirte Theile *allgemeiner* erkennen, und mit der Erweiterung der Kenntnisse über bisher wenig bekannte oder unerforschte Gegenden auch die Ueberzeugung erlangen, dass nur der Mangel an hinreichenden Beobachtungen zu deren Annahme geführt hat.

Sämmtliche geschichtete Formationen bilden zusammen eine grosse geognostische Reihe (série géognostique), in welcher zwei oder mehrere zusammen wieder *Formations-Gruppen* oder *Formationen - Systeme* bilden, die einzelnen Formationen, als deren *Glieder* (Termes) auftreten und regelmässig über einander gelagert erscheinen. Sie sind das, was H. Al. Brogniart *terrains en série* nennt.

Die ungeschichteten Formationen lassen sich nicht in die Reihe der geschichteten einordnen, weil sie bald in grösseren Massen über oder unter denselben erscheinen, bald in kleineren Massen als Stöcke und Gänge innerhalb derselben liegen, H. Al. Brogniart heisst sie *terrains hors de série*.

Die Glieder, einzelne Formationen (Termes) der geognostischen Reihe, sind entweder einfach oder zusammengesetzt. Wir nennen eine Formation einfach, wenn sie aus einem einzigen Gesteine besteht; zusammengesetzt, wenn sie durch mehrere Gesteine gebildet wird, welche oftmals als einzelne Abtheilungen (étages) derselben erscheinen. Bildet ein Gestein nur einzelne Schichten in einer Formation, so betrachtet man diese als untergeordnete.

Vergleicht man die Gebirgsformationen verschiedener Länder mit einander, indem man die Formationen desjenigen Landes zum Maassstabe nimmt, das am sorgfältigsten untersucht, dessen geognostische Verhältnisse am genauesten bekannt sind: so findet man bald, dass dieselben nicht allenthalben identisch sind, dass die Glieder der geognostischen Reihe nicht überall aus gleichen Gesteinen bestehen, und dasselbe Glied an verschiedenen Orten durch Massen von verschiedener Beschaffenheit repräsentirt wird. So erscheint an einem Orte eine Formation durch Kalkmassen charakterisirt, die an einem anderen durch thonige Massen zusammengesetzt wird. Man muss also die Uebereinstimmung der Formationen entfernter Länder nicht in der Uebereinstimmung der Gesteine suchen, sondern in der Gleich-

heit ihrer organischen Reste und in der Stellung in der geognostischen Reihe.

Die HH. v. Humboldt und Buckland haben daher die Wissenschaft auf eine höchst erfreuliche Weise durch die Einführung des Begriffes von *parallelen* Formationen bereichert. Diess sind geognostische *Aequivalente*, Sedimentbildungen, welche gleiche Lagerungsverhältnisse zeigen und im Wesentlichen dieselben organischen Reste einschliessen, dagegen aus verschiedenen Gesteinen bestehen. Sie nehmen in der Formationenreihe eine parallele Stellung ein und repräsentiren mit verschiedenen Gesteincharakteren die gleiche selbstständige Formation. Nach dieser Begriffsbestimmung sind die Formationen, welche im Becken von Paris und London zunächst auf der dortigen Kreide liegen, parallele Formationen oder geognostische Aequivalente; im Pariser Becken tritt das Gebilde aber als Kalkstein-, im Londoner Becken als Thonformation auf.

Solche Verschiedenheiten der mineralogischen Charaktere der Formationen erschweren öfters ihre richtige Erkennung, welche die Grundlage der positiven Geognosie ausmacht und nach der man mit allen Kräften streben muss. Kennt man nun allverbreitete Schichten, welche sich durch einen sehr gleich bleibenden mineralogischen Charakter, durch bestimmte Einschlüsse von Geschieben oder Petrefacten auszeichnen; so können solche bei Untersuchungen in fremden Gegenden als *geognostische Horizonte* dienen, nach welchen der untersuchende Geognost sich in zweifelhaften Fällen orientiren kann.

Er wird bei der Vergleichung von Reihenfolgen von Formationen in weit von einander liegenden Gegenden darnach bestimmen, in wie fern sie in ihrer Aufeinanderfolge mit den wohlbekannten übereinstimmen; ob sie mit denselben *identisch* oder *parallel* sind, und sich als *geologische Aequivalente* betrachten lassen, oder ob einzelne Glieder und ganze Formationen *verkümmert* und sogar auch ganz *unterdrückt* sind und *fehlen.*

Wenn man die früheren Vorgänge an der Erdoberfläche nach denjenigen beurtheilt, die wir heute beobachten können, so gelangen wir leicht zu der Einsicht, dass wir keine Uebereinstimmung aller Glieder der verschiedenen Formationen-Reihen erwarten dürfen. Früher, wie jetzt, gieng die Sedimentbildung gleichzeitig an einem Orte rasch und in grossem Maassstabe

vor sich; an einem anderen langsamer und in kleinerem Verhältnisse, an einem dritten endlich fand sie gar nicht statt, oder es wurden sogar ältere Absätze zum Theil oder ganz wieder weggespült.

Findet man daher in der vergleichenden Geognosie auch viele übereinstimmende Glieder und Formationen, so werden dessenungeachtet doch immer einzelne von einander abweichen. Ja es können gleichzeitige Sedimentbildungen, sowohl hinsichtlich ihrer mineralogischen Beschaffenheit, als ihrer Mächtigkeit und Verbreitung, sehr verschieden von einander sein, und dagegen ungleichzeitige mit einander übereinstimmen. Es bilden sich ja auch heute zu Tage in verschiedenen Gegenden zu gleicher Zeit ganz ungleichartige Sedimente und Anschwemmungen, wie z. B. Kalktuffe aus Quellen, Inseln in Flüssen aus verschiedenen Lagen zusammengesetzt (Rhein-Inseln), Schlammabsätze an den Meeresküsten, Sand- und Gerölle-Ablagerungen in Flussbetten, Anhäufungen von Baumstämmen an Strom-Mündungen u. s. w. Aus diesem Grunde können weder Lagerungsverhältnisse, noch mineralogischer Bestand der Schichten, richtige, die Gleichzeitigkeit oder Altersverschiedenheit der Formationen beweisende Kennzeichen sein. Die eingeschlossenen organischen Reste allein können darüber entscheiden. Sie sind die Grundlage der *Chronometrik* der Erdkunde, da sie die successiven Veränderungen aller Formen der organischen Welt repräsentiren.

Wenn gleich bei dem Studium der Formationen die botanischen und geologischen Kennzeichen und die Verhältnisse der Lagerung den ersten Rang behaupten, ihre mineralogische Zusammensetzung dagegen von minderer Wichtigkeit ist; so darf doch nicht unberücksichtigt bleiben, dass die oryktognostische Beschaffenheit einen entschiedenen Einfluss auf ihren Charakter hat, und eine sorgfältige Bestimmung derselben, über die *Verwandlungen* der Massen, durch Umänderungen in den Verhältnissen der Grundstoffe, über die *Uebergänge* der Gesteine benachbarter Massen, Licht verbreitet, und überhaupt reichen Stoff zu interessanten Betrachtungen gibt.

Kieselerde, Thonerde, Kalkerde, Bittererde, Kali und Natron sind die Stoffe, welche die Hauptmasse der Formationen zusammensetzen. Ein und dasselbe Gestein kommt in verschiedenen Formationen vor, und dieselbe Formation schliesst häufig

verschiedene Gesteine ein. Bei zusammengesetzten Formationen sieht man ganz gewöhnlich verschiedene Gesteine mehrmals mit einander wechseln. Auf kalkige Schichten folgen kieselige, auf diese wieder kalkige und so fort, und bald ist die Masse dieser, bald die Masse jener mächtiger. Auch sieht man häufig untergeordnete Schichten in wiederholtem Wechsel mit den Schichten des herrschenden Gesteins. Dieser interessante Wechsel (Alternance) von Gesteinen verschiedener Beschaffenheit erscheint indessen nicht nur innerhalb der Grenzen einer zusammengesetzten Formation, sondern selbst auch in der grossen geognostischen Reihe. Mehrfach folgen in dieser Formationen von abweichender Zusammensetzung auf einander, und wiederholt wechseln kalkige Formationen mit kieseligen ab, so dass periodisch Schichten von gleicher Zusammensetzung erscheinen. Grosse Kalksteinformationen haben in der Regel ihre kieseligen Lager, untergeordnete Massen von Sandstein; grosse Sandsteinformationen schliessen immer Bänke von Kalkstein ein. Je verschiedener in der Zusammensetzung zwei sich berührende Gebirgslager sind, desto häufiger wechseln sie mit einander.

Vorkommen von Versteinerungen in den geschichteten Gebirgsformationen.

Die geschichteten Gebirgsformationen schliessen organische Substanzen ein, Ueberreste von Pflanzen und Thieren, deren Masse mehr oder weniger von mineralischen Stoffen überzogen, durchdrungen oder ersetzt ist, und die *Versteinerungen*, *Petrefacte*, genannt werden.

Eine seltsame Ansicht von der Natur der Versteinerungen hat sich seit Aristoteles viele Jahrhunderte hindurch, ja bei Einzelnen selbst bis in die neueste Zeit erhalten, die Ansicht, dass sie keine Ueberreste vormals lebendig gewesener Thiere und Pflanzen seien, sondern nur die Producte einer Vis plastica der Natur, Wirkungen ihrer überall bildenden Kraft, Spiele der Natur, Versuche von Hervorbringungen im Schoosse

der Erde. Doch die Zeit ist vorüber, wo die Unwissenheit solches behaupten durfte, und unser Zeitalter findet an den überschwenglichen Ideen einiger Männer, die solche veraltete Ansichten wiederum vorsetzen, keinen Geschmack mehr.

Der grösste Theil dieser Ueberreste besteht aus Meeresproducten, namentlich aus einer unzählbaren Menge von Schalthieren, von Muscheln und Schnecken, deren Gestalt und Orgasation dieselbe ist, wie bei denen, welche gegenwärtig noch im Meere leben. Sie sind oft vollkommen erhalten, zeigen weder Abreibungen noch Brüche, besitzen noch ihre zartesten Theile, die feinsten Erhabenheiten, die dünnsten Spitzen. Tief unter der jetzigen Oberfläche der Erde liegende Schichten sind nicht selten ganz davon erfüllt; tausend Fuss unter Tage trifft man sie häufig noch in festen Gesteinslagen an. Sie sind im Allgemeinen nicht verworren unter einander geworfen; gewisse Gattungen oder Arten finden sich in besonderen Schichten, und oft nur mit gewissen anderen Gattungen und Arten vergesellschaftet. Sie haben ohne Zweifel in dem Meere gelebt, das sie an den Orten zurückliess, wo man sie findet, und dieses hat wohl lange und ruhig gestanden, um so regelmässige, dichte und feste Niederschläge zu bilden, wie diejenigen sind, welche jene Ueberreste einschliessen. Auch können weder Zoophyten noch Fische und Reptilien im festen Gesteine gelebt haben. Wir müssen daher annehmen, dass jede Schicht, welche Versteinerungen enthält, einst die oberste Lage der Erdrinde war, und dass die Thiere grösstentheils da lebten und starben, wo man ihre Knochen und Schalen findet. Diese wurden von Schichten späterer Absätze bedeckt, auf welchen neue Geschlechter lebten und starben, und wiederum ihre Reste hinterliessen.

Die Bestimmung, Eintheilung und Beschreibung der verschiedenen organischen Ueberreste macht den Gegenstand einer eigenen, mit der Geognosie eng verbundenen Scienz aus, welche *Petrefactenkunde* heisst. Man verfährt dabei nach den Grundsätzen der Zoologie und Botanik. Eine Uebersicht der Eintheilungen, welche bei der Bestimmung der Petrefacten befolgt werden, wird das Verständniss späterer Angaben erleichtern, und möge daher hier eine Stelle finden.

Das Thierreich zerfällt in vier grosse Abtheilungen, welche die Grundformen desselben darstellen, und diese vier Grund-

formen werden repräsentirt durch die *Strahlenthiere*, die *Mollusken*, die *Gliederthiere* und die *Wirbelthiere*.

Die *Strahlenthiere* haben ihren Namen daher, dass bei ihnen die Organe der Sinne und der Bewegung kreisförmig um einen Mittelpunct liegen. Sie haben kein bestimmt ausgesprochenes Nervensystem und die Spuren des Blutumlaufs bei manchen Arten können kaum bemerkt werden. Es gehören hierher die *Infusorien*, *Polypen*, *Radiarien* oder *Strahlenthiere* und die *Entozoen*. Von diesen haben sich bis jetzt Infusorien, Polypen und Radiarien versteinert gefunden

Die *Infusorien* sind aus einem lockeren, maschigen Zellgewebe gebildet, in welchem innere Höhlen die Stelle der Ernährungsorgane vertreten. Ein Mund, der zu ihnen führt, ist immer vorhanden, der After fehlt noch häufig. Sie bewerkstelligen ihre Bewegung durch Oscillation zahlreicher Härchen, womit ihre Oberfläche bekleidet ist, oder einzelner langer Fäden, die neben dem Munde sitzen. Fortpflanzungsorgane lassen sich nicht sicher erkennen und scheinen auch nicht nöthig zu sein, da sich alle durch Halbirung oder Knospenbildung vermehren.

Die *Polypen* haben eine weiche, durchscheinende Körpermasse und im Allgemeinen die Form eines Becherglases. Mit der unteren fussartigen Ausbreitung sitzt das Thier fest, theils mit dem Boden, an dem es haftet, unwillkürlich verwachsen, theils willkürlich daran geheftet. Seinen oberen stumpfen Rand, in dessen Mitte sich eine mit willkürlicher Bewegung begabte Mundöffnung befindet, umgeben radienartige Fortsätze der weichen und maschigen Körpermasse, die man Fangarme oder Tentakeln nennt. In ihrer Anzahl ist ein strenger, regulärer Typus ausgedrückt. Die Mundöffnung führt in einen weiten Magen, der entweder blind endet, oder vermittelst einer zweiten hinteren Oeffnung mit der Höhle in Verbindung steht, welche durch den Stiel bis zum Fuss herabgeht. Diess ist der gewöhnliche Polypen-Typus. Alle haben Geschlechtsorgane und vermehren sich durch Eier. Aus diesen entstehen die einzelnen Polypen, welche sich später durch hälftige Theilung und Knospenbildung zu einer Familie ausbilden. Sie sind insgesammt Wasserbewohner und nähren sich von kleinen Wasserthierchen, die sie durch einen vermittelst ihrer Fangarme verursachten

Wasserstrudel dem Munde zuführen und nach Gefallen verschlucken und wieder ausspeien.

Viele Polypen besitzen die merkwürdige Eigenschaft kohlensaure Kalkerde in sich aufzunehmen und an einer besonderen Stelle ihres Körpers abzusetzen. Diess geschieht theils an der ganzen äusseren Oberfläche, theils im Centrum unter dem Magen, oder zwischen Magen und Oberhaut. Die abgesetzte Kalkmasse bildet ein festes Gerüst für die Anlage des Polypenkörpers und nimmt ganz die Form desselben an, so dass sie den Bau des Polypen nach dem Tode des Thieres ganz vollkommen anzeigt. Solche kalkige Polypenstöcke nennt man *Korallen* und gibt diesen Namen den Polypen selbst, welche sie erzeugen. Der Bau dieser Kalkgebilde ist bei denjenigen Polypen, welche solche erzeugen, sehr verschieden und sie haben darnach auch verschiedene Namen. Sie heissen *Röhrenpolypen*, wenn sie die Oberfläche bilden; *Rindenpolypen*, wenn die Kalkmasse die Achse des Thieres einnimmt, während seine Oberfläche fleischig bleibt. Die letzteren sind die eigentlichen wahren Korallen, und auch die häufigeren. Eine Polypen-Zunft mit grosser, fester, stark kalkiger, grösstentheils unbeweglich festsitzender Achse, die mit dem Boden, worauf das Thier festsitzt, anorganisch zusammenwächst und sodann wenn die lebendige Rinde abstirbt, was mit dem fortschreitenden Alter der Familie eintritt, mit einem abgestorbenen Stiel am Boden haftet, nennt man dieser Eigenschaften wegen *Lithophyten*. Sie bewohnen heutigen Tages vorzüglich warme, tropische Meere und sind für die Bildung der Erdoberfläche von besonderer Wichtigkeit, da sie Felsoberflächen unter dem Meeresspiegel überkleiden, ihre festen Gerüste bis an die Oberfläche herauf bauen und auf diese Weise Korallenriffe und Koralleninseln bilden. Wie sie diess heute thun, haben sie es auch in früheren Bildungsperioden der Erde gethan, da wir sie in älteren Ablagerungen in grosser Menge antreffen.

Die *Strahlenthiere* (Radiata) haben einen kugel-, scheiben-, stern- oder becherförmigen Körper und besitzen nicht das Vermögen der Halbtheilung und der Knospenbildung. Der Mund liegt bei den regulär geformten Thieren mit freier Beweglichkeit stets nach unten und der After nach oben, wenn er vorhanden ist. Die Geschlechtsorgane münden gewöhnlich in seinem Umfange, die Respirationsorgane in der Nähe des

Mundes; Blutgefässe und Nerven treten als Ringe um den Schlund auf, deren Radien der allgemeinen Grundzahl folgen. Von den drei Gruppen oder Ordnungen, in welche die Radiaten zerfallen: *Quallen*, oder *Medusen*, *Sternwürmer* und *Stachelhäuter* hat man bis jetzt nur die letzten im versteinerten Zustande gefunden. Sie haben kalkige, aus bestimmt geformten Stücken zusammengesetzte Gerüste, welche von der thierischen Haut überzogen werden, die mit Kalkstacheln bekleidet ist. Dies hat die Veranlassung zu dem Namen *Stachelhäuter (Echinodermata)* gegeben. Sie zerfallen selbst wieder in drei Zünfte: *Haarsterne (Crinoidea)*, *Seesterne (Asteroidea)* und *Seeigel (Echinoidea)*.

Bei den *Haarsternen (Crinoidea)* sitzen die Thiere entweder mit einem Stiel fest und wenden alsdann den Mund nach oben; oder die Thiere schwimmen und haben an der Stelle des Stieles gegliederte Ranken. Beide haben als Rumpf eine becherförmige Höhle, von welcher gegliederte Radien in bestimmter, durch *fünf* theilbarer Zahl so ausgehen, dass ihr Stützpunct in der Mitte des Rückens und gerade gegenüber dem Munde liegt. Auf der Seite des Mundes befindet sich ein peripherischer After.

Die *Seesterne (Asteroidea)* haben keinen Stiel, aber einen ähnlichen sternförmigen, ziemlich flachen Körper, dessen Armgerüste an der Mundseite zusammentreffen oder entspringen, während der After auf der entgegengesetzten Seite ist oder ganz fehlt. Sie sind von wirklichen Kalkstacheln bekleidet, welche den *Crinoideen* fehlen, sitzen niemals fest, sondern ruhen auf dem Meeresboden. Sie haben auf der ganzen unteren Körperfläche gestielte Saugscheiben oder Füsschen in radialer, vom Munde ausgehender Richtung. Die gegliederten Radien, Armhöhlen, sind mit der mittleren Rumpfhöhle verbunden.

Die *Seeigel (Echinoidea)* haben eine Kugel-, Kegel- Ei- oder Scheibenform und ihre gesammte Oberfläche ist dicht mit langen Kalkstacheln bekleidet, zwischen denen an bestimmten Stellen die linienförmig an einander gereihten, gestielten Saugscheiben hervorragen. Die peripherischen Radien oder Arme der vorhergehenden Zünfte fehlen ganz.

Die linienweise an einander gereihten Saugscheiben nennt man Ambulacren (ambulacra). Gehen sie von der Mitte der

Unterseite, wo der Mund liegt, zur Mitte der Oberseite (*Echinida*), so ist die Form regelmässig, wenn sich auch der After oben befindet; bleiben dagegen die Ambulacren, indem sie sternförmige Figuren beschreiben, bloss auf der oberen Fläche (*Spatangidae*), so rückt oft auch der Mund unten aus der Mitte heraus, wie es oben der After thut, und dann hat das Thier ein symmetrisches Ansehen.

Von allen diesen Verhältnissen kommen zahlreiche Repräsentanten versteinert vor.

Die *Gliederthiere* (*Arthrozoa*) haben einen langgestreckten, in mehr oder minder deutliche, gleiche oder ungleiche *Abschnitte* getheilten Körper, und sind dadurch von den übrigen Grundformen des Thierreichs unterschieden. Vorn hat dieser articulirte Körper immer einen Mund, und wo ein After vorhanden ist, da liegt er hinten am entgegengesetzten Ende. Zwischen beiden zieht sich geradlinig ein einfacher Nahrungskanal durch alle Ringe hin; mangelt der After, so ist dieser Canal gegabelt, hinten geschlossen und oftmals mit Seitenästen versehen. Mit einem deutlich entwickelten Darmcanal erscheinen auch Blutgefässe und Nerven; jene als Längscanäle, welche den Darmcanal zwischen sich fassen und in jedem Ringe, oder in gewissen nach gleichen Zwischenräumen, Aeste abgeben; diese als ein doppelter Strang, der am Bauche unter allen Eingeweiden hinlauft und in jedem Ringe einen Knoten (ganglion) bildet und von diesem Fäden aussendet. Taster, Fühler und Augen erhalten Nervenfäden von einem Hauptknoten über dem Schlunde. Als Respirationsorgan wirkt bei einem Theil die äussere, weiche Haut; bei anderen erscheinen besondere Respirationsorgane, die theils aussen, theils innen sind und paarig von den Seiten des Körpers ausgehen. Fortpflanzungsorgane sind mit wenigen Ausnahmen vorhanden, und wo sie erscheinen, immer beide; anfangs in demselben Individuum vereinigt, später getrennt.

Mit diesen einfachen Charakteren begabt, bilden die Gliederthieren die zahlreichste Abtheilung des Thierreichs, reicher an Arten, als die übrigen Abtheilungen zusammengenommen, und reicher selbst, als das Pflanzenreich. Sie schliessen sich allen Medien an, und dabei zeigen sich bei ihnen die mannigfaltigsten Unterschiede in der Bildung der Bewegungsorgane, welche

zunächst dem Medium entsprechen müssen, worin sich das Thier bewegt.

Die *Wassergliederthiere*, *Würmer (Vermes, Annelidae)* wohnen entweder im Wasser oder an feuchten Aufenthaltsorten, haben ungegliederte Bewegungsorgane und oft gar keine, und Respirationsorgane erscheinen als Kiemen. Sie erscheinen in drei Stufen der Entwickelung und bilden viele Familien, von welchen nur diejenige der *Röhrenwürmer (Tubicolae)* ein geologisches Interesse haben. Sie stecken in Röhren, die theils blosse Bohrlöcher im Schlamm sind, theils durch wirkliche Ausscheidung von kohlensaurem Kalk seitens der Oberfläche des Thierkörpers gebildet werden. Solche Würmer (Serpulae) setzen sich gern auf anderen Meeresbewohnern fest, auf Muscheln und Schnecken oder auf Krebsen, oder auch auf Steinen, und kommen häufig im fossilen Zustand vor.

Die *amphibiotischen Gliederthiere*, theils im Wasser, theils auf dem Lande lebend, werden nach ihren Hauptrepräsentanten *Krebse (Crustaceae)* genannt. Ihr Körper zeigt drei Hauptabschnitte, *Kopf* (caput), *Brustkasten* (thorax) und *Hinterleib* (abdomen). Der Kopf, theils frei, theils mit dem Brustkasten verwachsen, hat *Fühler*, *Augen* und *Kiefer*. Das Augenpaar ist aus vielen kleinen Aeugelchen zusammengesetzt; das ist characteristisch. Der Brustkasten ist das bestimmende Organ; er zeigt bei den Krebsen nicht blos einen zweifachen Numerus seiner Glieder, sondern auch Producte jedes einzelnen Numerus, die nicht weiter vorkommen. Der erste Numerus ist die Zahl *drei*, der bei *Cypris* als Einheit auftritt, die in unzählbarer Menge fossil gefunden wird. In der Regel zeigt sich der Numerus *drei*, zweimal, dreimal, selbst viermal. Die Gruppe des Numerus *drei* hat meist lederartige Schalen.

Aus dem Ei hervorgegangen, bilden sich viele Gliederthiere erst nach und nach mit zunehmendem Lebensalter durch Umwandlungen aus, wobei sie jedesmal die ganze frühere Oberhaut abstreifen. Bei diesem Häuten vermehren sich die Bewegungsorgane und die Sinnenwerkzeuge, und einzelne derselben vergrössern sich selbst dann, wenn ihre Zahl abnimmt, wie es bei den Insecten der Fall ist. Eine derartige Umwandlung nennt man eine *fortschreitende*. Andere Gliederthiere gehen dagegen bei zunehmendem Alter rückwärts, verlieren Fühler, Augen und mitunter alle äusseren Bewegungsorgane,

wie z. B. die *Lernäen.* Die so *rückschreitende* Metamorphose kommt unter den Krebsen allgemein nur den *Rankenfüssern (Cirripedia)* zu, die fossil gefunden werden. Die älteste Krebsfamilie, die im Thonschiefer- und Grauwackengebirge fossil gefunden wird, die *Trilobiten*, stehen der heutigen Krebsfamilie *Phyllopoden* nahe, die constant eilf ($4 \times 3 - 1$) Ringe im Brustkasten haben. Die in älteren und jüngeren Schichten fossil gefundene Gattung *Limulus* gehört zu der Familie der *Pöcilopoden* und hat einen aus zwei Schildern zusammengesetzten Körper, an dessen Ende sich ein langer beweglicher Stachel befindet.

Die Krebse mit zehn (2×5) Brustkastenringen haben einen härteren Kalkpanzer; sowohl von den hierher gehörigen *Panzerkrebsen*, als von den *Ringelkrebsen*, kommen viele versteinert vor.

Die *Landgliederthiere (Arachnoidea)* haben ein häutiges oder horniges, zartes Skelett, bei welchem Kopf und Brust zusammengewachsen sind. Als Bewegungsorgane besitzen sie sechsgliederige Gangfüsse, entweder nur am Brustkasten, oder an diesem und am Hinterleibe zugleich. Sie haben Fühler und einfache Augen in verschiedener, aber geringer Zahl. Nach den Hauptrepräsentanten heisst man sie *spinnenartige Gliederthiere.* Sie kommen nur in geringer Zahl versteinert vor.

Die *Luftgliederthiere*, mit gegliederten Bewegungsorganen (Insecta) haben einen frei beweglichen Kopf mit zwei Fühlern, gewöhnlich zwei zusammengesetzten Augen, ein Paar Oberkiefer, zwei Paar Unterkiefer; der Brustkasten hat drei Ringe, der Hinterleib drei bis neun. Nebst sechs Gangfüssen sind noch *Flügel* vorhanden.

Die fossilen Insecten erscheinen vorzüglich in tertiären Süsswasserbildungen und im Bernstein, in welchem man bis jetzt die zahlreichsten und die am besten erhaltenen gefunden hat.

Die *Mollusken* oder *Weichthiere* haben im Allgemeinen kein inneres Skelet. Ihr weicher Körper hat zwei Abschnitte; der eine ist vorzugsweise muskulös, dient zur Bewegung und trägt auch den Kopf mit den Sinneswerkzeugen, wenn er sich nachweisen lässt; der andere Abschnitt bildet gewöhnlich eine weiche, sackförmige Hülle, welche die Hauptmasse aller Vegetationsorgane, den Darmcanal, sowie die Geschlechtstheile

enthält. Die mehrsten sind mit einer festen *Schale* von kohlensaurem Kalk umgeben (*Conchyfera*), der durch Muskelbündel mit dem Körper verbunden ist. Bei den Muscheln, welche das Wasser bewohnen und grösstentheils im Meere leben, bewirkt die Zusammenziehung der Muskeln das Schliessen der Schale; lässt die Muskelkraft nach, so bewirkt die Elasticität des *Bandes*, welches die beiden Schalen am *Schloss* zusammenhält, das Oeffnen der Muschel. Die kalkigen Schalen der Muscheln und Schnecken heissen *Conchylien*; sie allein findet man versteinert. Ihre Versteinerungen bilden ein unzählbares Heer.

Die *Wirbelthiere* haben eine Hirnschale und Rückensäule, welche das *Gehirn* und den Hauptstamm des Nervensystems, das *Rückenmark*, einschliessen. Hierher gehören *Fische*, *Amphibien* (Reptilien), *Vögel* und *Säugethiere*. Alle Thiere dieser Abtheilung zeigen eine gewisse Analogie in ihrem Bau. Fische und Amphibien kommen häufig versteinert vor. Von Vögeln sind bis jetzt nur wenig Reste gefunden worden. Sie konnten auch, als Thiere, welche der Atmosphäre angehören, den zerstörenden Revolutionen der Erde grösstentheils entgehen. Bemerkenswerth ist es, dass man in der neuesten Zeit Vierhänder (Quadrumanen) gefunden hat; fossile Menschenknochen gibt es nicht.

Die *Fische* sind die ältesten Wirbelthiere und vorwaltend in dem *ersten* Zeitalter der Erdbildung. Die *Reptilien* characterisiren eine *zweite* Epoche, und die *Säugethiere* eine *dritte*, welche vor der gegenwärtigen Schöpfung endet, die eine *vierte* Epoche bildet, welcher der *Mensch* angehört.

Die *fossilen Pflanzen*, deren Zahl sich, nach den in Europa und Nordamerika gemachten Beobachtungen, gegenwärtig auf 600 beläuft, können, nach H. Ad. Brongniart, in sechs grosse Classen gebracht werden, und diese sind: Die *Agamen*, die *Zellen-Kryptogamen*, die *Gefäss-Kryptogamen*, die *nacktsamigen Phanerogamen* (worunter die *Coniferen* und *Cycadeen* verstanden sind) die *monocotyledonischen* und die *dicotyledonischen Phanerogamen*.

Die *Agamen* sind Pflanzen, welchen eigentliche Blüthen und Sexualorgane gänzlich mangeln. Sie haben aber Fruchtgebilde von mannigfaltiger Beschaffenheit. Die Samen sind kleine staubartige Keimkörner und Keimbläschen ohne Cotyledonen,

mehr Knospen als wahre Samen. Sie bestehen aus einem mehr und weniger unvollkommenen und gleichförmigen, meistens filzigfaserigen Zellgewebe, ohne Spiralgefäse und ohne eine mit lymphatischen Gefässen und Spaltöffnungen versehene Oberhaut. Ihre Form ist ausserordentlich mannigfaltig. Wahre Blätter fehlen ihnen gänzlich. Was bei einigen Algen den Blättern ähnlich sieht, ist nichts anderes, als eine Ausbreitung ihres Stammes. Zur Zeit sind nur Conferven und Algen im fossilen Zustande gefunden worden.

Die *Zellen-Kryptogamen* unterscheiden sich von den Agamen durch weit zusammengesetztere Reproductions-Organe, bei welchen Rudimente von Sexualorganen wahrgenommen werden, und durch die Gegenwart wahrer grüner Blätter, welche, unter Einfluss des Lichtes, die Kohlensäure der Luft zersetzen. Gefässe fehlen ihnen gleichfalls gänzlich. Es gehören hierher die *Lebermoose* (Hepaticae) und die *Laubmoose* (Musci frondosi). Bis jetzt sind nur zwei Laubmoose versteinert gefunden worden.

Die *Gefäss-Kryptogamen* haben ein regelmässiges Zellgewebe, Spiralgefässe und Intercellulargänge. Ihre Oberfläche ist zum grössten Theil mit einer Oberhaut überzogen, in welcher sich lymphatische Gefässe und Spaltöffnungen befinden. Die Spiralgefässe sind meistens in bestimmte Gefässbündel gesammelt. Hierher werden die *Equisetaceen*, *Farne*, *Marsileaceen*, *Lycopodiaceen* und *Characeen* gerechnet. Letztere sind Wasserpflanzen und ohne Gefässe. Blüthen und Geschlechtsorgane sind bei einigen gar nicht vorhanden, bei anderen nur unvollständig angedeutet. Die Blätter sind fast immer grün, ausserordentlich mannigfaltig in der Form, und kommen in der Structur den Blättern vollkommenerer Pflanzen nahe. Der grösste Theil der fossilen Pflanzen aus dieser Classe gehört der Familie der Farne an.

Die *nacktsamigen Phanerogamen* stehen in der Mitte zwischen den Kryptogamen und den eigentlichen Phanerogamen. Die beiden Familien dieser Classe, die *Cycadeen* und die *Coniferen*, kommen in den Sexualorganen nahe mit jenen überein, ihre Eierchen sind aber ohne Hülle, und die Cycadeen sind palmenartige Gewächse, haben einen einfachen Strunk, gefiederte Blätter und einsamige Steinfrüchte. Die Coniferen sind ästige Bäume oder Sträucher, deren Holz zum grössten Theile aus

eigenthümlichen porösen Zellen, statt der Spiralgefässbündel, besteht. Sie haben lederartige, meistens sehr schmale, lanzett-, linien- oder nadelförmige, öfters blos schuppenartige Blätter, die wechselständig oder in Büscheln versammelt sind. Die weiblichen Blumen stehen bald einzeln, bald in Köpfchen oder *Zapfen* zwischen dachziegelförmigen Schuppen, oder in eigenen einblätterigen Perigonien. Die Frucht ist meistens aus mehreren, oft geflügelten Karyopsen zusammengesetzt, die bald hinter den holzig gewordenen Schuppen des Zapfens sitzen, bald durch Verschmelzung der Schuppen eine Scheinbeere darstellen, seltener eine einfache Karyopse oder Steinfrucht. Von beiden Familien finden sich viele Ueberreste.

Die *monocotyledonischen Phanerogamen* haben deutliche Blüthen und Geschlechtstheile, in denen gewöhnlich die Dreizahl herrscht, und meist einen einfachen, häufig knotigen und dann in den Zwischentheilen völlig cylindrischen Stengel. Die Blätter sind gewöhnlich einfach, selten zusammengesetzt, ohne Blattstiel, oft scheidenartig umfassend. Die Blattnarben erhalten sich an dem rindelosen Stengel sehr lange. Die Frucht ist meist drei- oder sechseckig. Der Samen keimt mit einem Samenlappen. Hierher gehören die *Najadeen*, *Palmen*, *Liliaceen* und *Canneen*. Von diesen haben die beiden ersteren Familien die mehrsten Ueberreste zurückgelassen.

Die *dicotyledonischen Phanerogamen* sind Gefässpflanzen, deren Blätter von einem vielfach anastomosirenden Geribbe durchzogen, und von den verschiedenartigsten Formen sind. Die Samen keimen mit zwei gegenüberstehenden, selten mehreren quirlständigen, deutlichen Samenlappen. In den Blüthen und der Theilung der häufig doppelten Perigonien herrscht die Fünfzahl. Der Stamm zeigt, wenn er holzig ist, eine vollkommene innere Scheidung in Rinde, Bast, Splint, Holz und Mark; wenn er krautartig ist, immer eine Andeutung von Holz- und Rindenschicht. Die fossilen Pflanzen dieser Classe gehören den *Amentaceen*, *Juglandeen*, *Acerineen* und *Nymphaceen* an. Die Classe kann man leicht nach dem Stamme bestimmen. Zur weiteren Ausmittelung der Familie und Gattung müssen vorzüglich die Früchte benutzt werden, weil die Blätter noch zu wenig untersucht sind, als dass man nach ihnen, die sich allerdings dazu am besten eignen würden, eine scharfe Bestimmung vornehmen könnte.

Chemischer Bestand und Bildung der Versteinerungen.

Aus welcher Masse bestehen nun die verschiedenen organischen Ueberreste, und wie sind sie wohl in denjenigen Zustand versetzt worden, in welchem wir sie in den festen Lagen der Erde finden? — Das sind Fragen, welche sich hier von selbst aufdringen und deren Beantwortung versucht werden soll.

Nur gestorbene, organische Individuen können von der Versteinerung ergriffen werden. Die weichen Theile sind aber bald zerstört, wenn das Leben entflohen ist; die festeren erhalten sich hingegen mehr oder weniger lange, und diese sind versteinerungsfähig. Das ist die Ursache, dass wir von den Thieren vorzüglich die Knochen und Zähne, die Schalen (Conchylien), Schilder und Panzer (Crustaceen), die Gräthen und Schuppen (Fische), die Röhren (Serpulae), die kalkigen Häute (Seesterne, Seeigel, Crinoideen) versteinert finden; von den Pflanzen Stämme, Stengel, Halme, Rohre, Rinde, harte Früchte und Samen.

Die versteinernde Masse ist bei den fossilen Thierresten vorherrschend *kohlensaure Kalkerde*, welche bekanntlich in vielen Wassern vermittelst freier Kohlensäure gelöst vorhanden ist und sich aus denselben absetzt, wenn die Lösung verdunstet und die Kohlensäure dabei entweicht. In vielen Quellen, in Bächen und Seen, welche ihre Wasser von daher empfangen, und auch tm Meerwasser ist kohlensaurer Kalk verhanden. Stehen Thierreste, während sich ihre organischen Bestandtheile zersetzen, mit solchen Wassern in Berührung, so können sie von ausgeschiedenem Kalk-Carbonat durchdrungen werden, das die Räume ausfüllt, welche die organische Substanz hinterlässt. Auf diese Weise unterliegen sie der Versteinerung unfehlbar inmitten eines Kalkabsatzes, der sie umschliesst.

Erfolgt ein Kalkabsatz rasch auf die noch unzersetzte Oberfläche organischer Körper, so werden sie davon eingehüllt, umwickelt oder überkrustet, ohne dass Kalktheile in ihre Masse eindringen. Dieses geschieht namentlich bei der Kalktuffbildung, welche Pflanzenreste umwickelt. Die Zersetzung der organischen Substanz erfolgt erst später, nach der Einhüllung in den Kalk-Niederschlag, durch allmälige Vermoderung, ohne dass die dadurch entstehenden leeren Räume mit erdigen Theilen ausgefüllt werden. Davon rührt die Porosität und Leich-

tigkeit der Tuffe, die sich über Pflanzenreste ergossen haben, und die weiche und mürbe Beschaffenheit und weisse Farbe der Knochen, die im Kalktuff liegen.

Sehr oft sind die organischen Reste *verkieselt*, d. h. es zeigt sich Kieselmasse in der Gestalt von Hornstein, Quarz, Chalzedon, Feuerstein, Opal, in organischen, von Thier- und Pflanzenkörpern abstammenden Formen. Man sieht namentlich Conchylien, Echinodermen (Seeigel) Corallen, vor allen aber Hölzer *verkieselt* (Holzstein).

Ueber den Vorgang der Verkieselung (Silificatio) der Thiere haben A. Brongniart (Dict. d'hist. nat. u. Ann. dis. sc. nat.) und L. v. Buch (Abh. d. königl. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1828) sehr interessante Nachweisungen gegeben. Es hat insbesondere L. v. Buch die wichtige Thatsache erkannt und als merkwürdiges Resultat seiner Untersuchungen aufgestellt: *„dass die Verkieselung niemals die kalkartige Schale unmittelbar angreife; dass sie sich nur allein auf die organische Substanz des Thieres äussere, dass, wo eine solche organische Substanz nicht vorhanden ist, auch nie eine Verkieselung stattfinde.“* Daraus folgt denn auch, dass jedwede Verkieselung eine Anzeige einer vorhanden gewesenen organischen Substanz ist. Diess gilt wie für thierische Substanzen, so auch für Pflanzenstoffe.

Da nun die Kieselerde so häufig in den Wassern der heutigen Quellen aufgelöst ist, dass man sagen kann, es gebe kaum ein Quell- oder Flusswasser, das nicht Kieselerde in sehr geringen Mengen aufgelöst enthielte; so können wir das Vorkommen von Kieselabsätzen in alten Quellenbildungen nicht anders als in Uebereinstimmung mit den jetzigen Verhältnissen betrachten. Die Bildung der in verschiedenen Erdschichten liegenden verkieselten Hölzer wird durch die Silificationen von Holzmassen erläutert, die sich in historischer Zeit ereignet haben. Wir haben Beweise, dass Holzpfähle, welche zum Brückenbau in Flüsse eingerammt wurden, innerhalb einer gewissen Zeit versteint worden sind. Justi erzählt, Kaiser Franz I. habe zu erfahren gewünscht, innerhalb welcher Zeit wohl Holz in Stein verwandelt werden könne, und zu diesem Ende einen Pfahl der alten Römerbrücke untersuchen lassen, die unter Trajan bei Belgrad über die Donau geschlagen worden ist. Der Pfahl zeigte sich einen halben Zoll tief von Aussen herein verkieselt und hatte also diese Veränderung in

dem Zeitraum von siebenzehnhundert Jahren erlitten. Im Innern war die Holzsubstanz noch wohl erhalten. Diese Thatsache zeigt, wie die Versteinerung von Aussen nach Innen geht und welche lange Zeit zur Verkieselung einer etwas grösseren Holzmasse erforderlich ist.

Ist Holz der Einwirkung eines Kieselerde führenden Wassers ausgesetzt, so bewirkt seine verwesende organische Substanz die Abscheidung der Kieselerde, welche die verschwundene Holzmasse ersetzt, alle Zellen und Gefässe *ausfüllt*, in jedem derselben gleichsam einen Steinkern bildet, wobei die Pflanzenstructur erhalten wird. Aus diesem Grunde sieht man, was R. Göppert zuerst nachgewiesen hat (Pogg. Ann. 1841 H. 12), bei versteinten Hölzern, wie z. B. bei vielen Cruciferenhölzern, die in Opalmasse umgewandelt sind (bei denjenigen von Dreiwasser und Sajba in Ungarn), die den Zellen dieser Pflanzen characteristischen Tüpfel in Gestalt kleiner erhabener Wärzchen auf der Wand der Zellen, die bei den lebenden Pflanzen kleine, fast trichterförmig ausgehöhlte Vertiefungen in der Substanz der Zellenwand darstellen.

Wird eine frische Muschel durch Einwirkung eines kieselhaltigen Wassers von der Verkieselung ergriffen, so wird dieselbe wohl zunächst durch eine Kieselung der Schale eingeleitet, indem sich die Kieselerde durch dan Vorgang der sogenannten nassen Cœmentation, mit dem Kalke derselben zu kieselsaurem Kalke verbindet, wobei die Schale, ausgenommen die Annahme einer grösseren Härte, keine weitere Veränderung erleidet. Zersetzt sich später die unter der härteren, dichteren Schale länger erhaltene organische Substanz, die auf der inneren Schalenseite mit den untersten Kalklagen in unmittelbarer Berührung steht, so wird dadurch an allen Stellen, wo die chemische Verwandlung der organischen Substanz vor sich geht, die Kieselerde in Form einer wasserhaltigen Gallerte ausgeschieden. Die untersten Lagen der Schalen werden dadurch völlig zerstört, die Gallerte quillt auf Rissen an die Oberfläche, hebt und zerbricht die oberen Schalen-Lagen, die zersplittert in kleinen Blättchen abfallen, während die Gallerte-Kügelchen sich vergrössern und in Ringen ausbreiten. Neben einander hervorgetretene Kügelchen begegnen sich mit ihren Ringen, begrenzen sich gegenseitig und überkieseln auf diese Art die ganze Oberfläche. Auf diese Weise erklärt sich das von L.

v. Buch so treffend geschilderte Hervordringen der Kieselgallerte unter der Schale heraus an deren Oberfläche, und wird dessen über die Entstehung der Kieselgallerte geäusserte Vermuthung bestätigt.

Nicht selten besteht die Masse von Versteinerungen aus einer schweren *metallischen Substanz*, aus einem *Kies* oder aus einem *Erz*, in welchem Fall man die organischen Reste *verkiest* oder *vererzt* nennt.

Der *Kies*, welcher unter solchen Verhältnissen auftritt, ist der *Eisenkies* oder *Schwefelkies*, welcher aus zweifach Schwefel-Eisen besteht und sich auf nassem Wege bildet, bei Einwirkung organischer Stoffe auf Wasser, das Eisen und schwefelsaure Salze gelöst enthält. Vogel, der Vater, hat gezeigt, wie leicht schwefelsaure Salze durch die gewöhnlichsten organischen Substanzen, durch Gummi, Zucker, in Zersetzung begriffene Holzfaser u. s. w. reducirt werden. Meinecke hat an Stücken von Arundo phragmites, die in der nach Schwefelwasserstoff riechenden Wurzelschicht einer Sandhaide bei Halle standen, einen Rindenansatz von Schwefelkies beobachtet (Schweigg. Journ. 28). Link fand Schwefelkies im Schlamm von Teichen. Longchamp sah Schwefelkiesabsätze in dem Ableitungscanal des heissen Wassers von Chaudesaignes, welches neben anderen Salzen auch schwefelsaures Natron enthält und Spuren von Eisen (Ann. de Chimie 32). Bischoff beobachtete bei Nachgrabungen in der Nähe der Röndorfer Stahlquelle, welche Eisenoxydul-Carbonat und schwefelsaures Natron enthält, Schwefelkies im Moorboden und als Ueberzug von Quarzgeröllen, und eine ähnliche Beobachtung hatte schon Gilbert gemacht (Pogg. Ann. 38; Gilbert Ann. 74). Birchof beobachtete auch die Bildung von Schwefeleisen aus dem mit etwas Zucker versetzten Mineralwasser von Brohl, nach Umlauf von 3 Jahren. Von einem sehr interessanten Fall von Schwefelkiesbildung, unter Einwirkung thierischer Stoffe auf eine Lösung des Eisen-Sulphats, gibt uns Backewall (Introduction to Geology, 1828) Nachricht. Pepys liess Reste von Mäusen, die zufällig in eine Auflösung von Eisenvitriol gefallen waren, darin, in einem Glase verschlossen längere Zeit liegen. Als er dieselben zufällig wieder zu Gesicht bekam, sah er ihre Oberfläche mit kleinen Krystallen von Schwefelkies bedeckt.

Bisweilen ist die versteinende Masse *Eisenoxydhydrat*, *Eisenrost*, oder eine dem Brauneisenstein analoge Substanz. Göppert erwähnt (Pogg. Ann. 1841. H. 12) einer dadurch versteinten 220 Jahre alten Fassdaube, die man zu Gotha in einem Brunnen gefunden hat. Er beobachtete auch bei Untersuchung von Pflanzenresten, die er in einer Lehmschicht des Oderthales gefunden hatte, die Erfüllung verschiedener Pflanzentheile mit Eisenocker. Die Holzästchen und zarten Würzelchen nehmen nach seinen Beobachtungen durch Haarröhrchen-Anziehung das Eisen auf, wie es im aufgelösten Zustande vorhanden oder als Ocker im Wasser fein aufgeschlemmt ist. Dabei werden die zartesten vegetabilischen Theile von Eisen durchdrungen, so dass man unter dem Mikroskop die Ausfüllung der zarten Zellen erkennen kann. Hierdurch wird auch der Beweis geführt, dass selbst krautartige vegetabilische Theile versteinen können, was man bisher bezweifelt hatte.

Wenn bei der Zersetzung von Stämmen, Aesten, Stengeln, das Innere derselben hohl wird, während sich die äusseren Theile erhalten; so können die hohlen Räume später ausgefüllt werden, während die erhaltenen äusseren Theile versteinen. Unter diesen Verhältnissen können Ausfüllung und Versteinung zusammen vorkommen, wie es Göppert bei vorweltlichen Pflanzen, z. B. bei Stigmaria gefunden hat (s. dessen Gatt. foss. Pflanzen. Bonn 1841). Ist die Pflanzenmasse einmal gänzlich von Eisen durchdrungen und dauert die Einwirkung des Eisenwassers oder eines Ockerabsatzes fort, so legt sich das ausgeschiedene Eisen in die Zwischenräume zwischen die versteinten Pflanzentheile hinein und verkittet sie zu einer Eisensteinmasse. Auf diese Weise werden in sumpfigen Gegenden Pflanzenreste in die Masse der Raseneisensteine eingeschlossen. Zur Bildung dieser tragen am meisten diejenigen Wasser bei, welche das Eisenoxydul in Verbindung mit einer der Humussäuren (s. S. 102) aufgelöst enthalten. Man findet öfters Stamm- und Aststücke in Raseneisenstein-Masse umgewandelt. Zu Rosenau in Ungarn liegen darin ausgezeichnet schöne Blattabdrücke.

Seltener findet man Conchylien in die Masse von Eisenoxydhydrat umgewandelt.

Einen interessanten Beitrag zur Kenntniss des Vorganges der Versteinerung durch Eisenoxydhydrat haben wir durch

Kerstens Untersuchung der Masse eines in Brauneisenstein und Bitumen umgewandelten Menschenschädels (Poggend. Ann. 1841. Nr. 6) erhalten, der wahrscheinlich in einer Braunkohlengrube gefunden worden war. Es war keine Spur mehr von der Knochensubstanz vorhanden, und an ihre Stelle eine Masse getreten, die zur Hälfte aus Braunkohle, zur Hälfte aus Brauneisenstein besteht, mit einem Gehalt an Manganoxyd und Phosphorsäure. Wir können uns von dieser Umwandlung folgende Vorstellung machen: Bekanntlich kommt in den Braunkohlen häufig Schwefelkies vor, und zwar die leicht sich in Eisenvitriol umwandelnde Art. Die Grubenwasser enthalten in Folge dessen gewöhnlich schwefelsaures Eisenoxyd. Die frischen Menschenknochen haben einen Gehalt von 33.3 thierischer Materie; das Uebrige sind unorganische Theile, welche die Knochenerde bilden, deren Hauptmasse aus 11.3 kohlensaurem Kalk und 51 phosphorsaurer Kalkerde zusammengesetzt ist, mit etwas Fluor-Calcium und phosphorsaurer Bittererde. Lag der Schädel längere Zeit in der Braunkohlengrube, so verweste die thierische Materie und die vitriolischen Wasser drangen nach und nach in die Knochenerde ein und zersetzten sie. Die Schwefelsäure des Eisensalzes verband sich mit der Kalkerde zu Gyps; das Eisenoxydhydrat wurde dabei ausgeschieden und blieb zurück, während die Wasser den gebildeten Gyps nach und nach auslaugten. Die vom Kalk getrennte Phosphorsäure ist mit einem Theil des Eisenoxydhydrats zu einem basischen Salze zusammengetreten. Die schlammige Braunkohlenmasse durchtränkte allmählig das Ganze.

So langsam die Versteinerung im Allgemeinen vor sich geht, so erfolgt sie doch unter Umständen, wobei sich die organischen Substanzen schnell zersetzen und an ihre Stelle alsdann unorganische Stoffe treten können, verhältnissmässig schnell. Dr. Jenner, der Entdecker der Vaccine, dessen Name unsterblich in der Geschichte der Arzneiwissenschaft fortleben wird, hat, wie Bakewell anführt, frische Knochen in den dunkeln Schlamm von Liasthon eingegraben und sie nach Verlauf eines Jahres davon ganz durchdrungen gefunden Sie zeigten sich nach dem Trocknen härter, schwerer und spröder als frische Knochen, und hatten ganz das äusserliche Ansehen der Knochen, die man im Liasthon im versteinerten Zustand findet.

Wenn Knochen oder Conchylien, die in Bodensätze oder Kalkniederschläge eingeschlossen sind, ihre organischen Theile

durch Verwesung verlieren, ohne dass in die hinterlassenen Räume an ihre Stelle unorganische Substanzen (Kalk, Kiesel, Thon) treten, so werden sie dabei weicher, mürbe, brüchig, sie verlieren ihre Farben und bleichen aus. Man nennt sie *calcinirt*, wenn sie diese Beschaffenheit zeigen. Wird die innere Höhlung eines Conchyls, einer Crustacee, eines Echinodermen mit einer unorganischen Masse ausgefüllt, die nachmals erhärtet, so hinterbleibt diese, wenn die äussere Schale zerstört ist, als Ausguss und bildet einen sogenannten *Steinkern*. Häufig hinterlassen organische Reste *Abdrücke* ihrer Formen.

Wie die Farbe des Gesteins, so ist auch in der Regel die Farbe des darin eingeschlossenen Petrefacts. Die Härte kalkiger Versteinerungen übertrifft gewöhnlich die Härte der umhüllenden kalkigen Gesteine, weil ihre Masse häufig aus krystallisirtem oder vollkommen theilbarem Kalk-Carbonat besteht, während die Gesteinmasse amorph ist. Da diese durch die Einwirkungen der Atmosphäre stärker angegriffen wird, so ragen die Petrefacten über die Oberfläche solcher Gesteine hervor, die der Verwitterung unterliegen.

Die *Pflanzenreste* sind häufig braun oder schwarz und in einem Zustande, in welchem wir sie *bituminisirt* heissen. Die Holzfaser erleidet bei Gegenwart von Feuchtigkeit und gehindertem Zutritt der Luft, oder bei völligem Abschluss derselben, eine eigenthümliche Veränderung. Ist die Luft abgehalten, wie es der Fall ist, wenn Hölzer oder holzartige Pflanzentheile in feuchte Schichten eingeschlossen sind, so werden sie allmählig braun und schwarz, es entbindet sich Kohlensäure aus ihrer Masse, während Wasser in chemische Verbindung mit derselben tritt, was eine Erweichung zur Folge hat.

Unter diesen Verhältnissen können Ast- und Stammstücke durch den Druck darauf liegender Bodensätze *plattgedrückt* worden sein, wie man sie so häufig findet.

Liegen Pflanzenreste in feuchten lehmigen, sandigen, thonigen oder in mergeligen Schichten eingeschlossen, so erleiden sie durch den Vorgang der Verwesung eine eigenthümliche Veränderung, wodurch sie in den Zustand übergeführt werden, in welchem wir sie fossil antreffen. Es entwickelt sich Kohlensäure aus den Elementen des Holzes, es wird sein Wasserstoff auf Kosten des Sauerstoffs der Luft oxydirt, wobei sich Wasser

bildet, durch welches die in solcher Zersetzung sich befindenden Pflanzentheile erweicht werden. In kalkigen und mergeligen Bodensätzen geht diese Verwesung, vermöge des Einflusses der schwach alkalischen Kalkerde, sehr schnell von statten; ungleich langsamer in thonigen Schichten. Man kann diesen Vorgang, bei welchem die Pflanzentheile schwarz werden, indem der Sauerstoff, in Form von Kohlensäure, und der Wasserstoff, durch den Einfluss der Luft in Form von Wasser, vom Kohlenstoff abgetrennt wird, auch *Verkohlungsprocess*, *Verkohlung auf nassem Wege* nennen.

Untersucht man die Pflanzenreste der heutigen Flora, in dem Zustande, wie man sie in Lehm- und Thonlagern von Flussthälern häufig eingeschlossen findet, so sieht man sie allezeit geschwärzt. Bei Ast- und Stammstücken befindet sich die Rinde häufig in einem *verkohlten* Zustande; der Holzkörper ist gewöhnlich davon so völlig abgelöst, dass er selbst im feuchten Zustande leicht herausgenommen werden kann und beim Austrocknen herausfällt, während die Rinde ziemlich fest an der umschliessenden Masse haftet und einen genauen *Abdruck* ihrer Form hinterlässt, wenn man sie ablöst.

Trocknen solche Schichten aus und werden sie später wiederum von Fluthen getroffen, so schwemmen diese viele der locker in der Rindenumgebung liegenden Holzkörper heraus und der leere Raum wird durch Sand und Thon ausgefüllt. Es entsteht auf diese Weise ein Steinkern, der von einer verkohlten schwarzen Rinde überzogen ist. Solche findet man häufig im Hauptsteinkohlengebirge; es sind namentlich Lepidodendren-, Sigillarien- und Stigmarien-Reste, welche in dieser Form vorkommen. Sehr oft findet man in verschiedenen Sandstein- und Conglomeratbildungen Steinkerne ohne Rinde-Ueberzug. Wenn Aeste und Stämme erst nachdem sie die Rinde schon verloren hatten, in Schichten eingeschlossen wurden, so mussten Steinkerne solcher Art entstehen. Ihr Abdruck kann nur die äussere Gestalt des Holzkörpers zurücklassen, die man leicht von der Rindengestalt unterscheidet und jederzeit als Abdruck eines entrindeten Holzes erkennt.

Selten findet man Pflanzenreste, selbst in älteren Gebirgsbildungen, wie namentlich im Steinkohlengebirge, noch so gut erhalten, dass sie wie getrocknet aussehen und noch Biegsamkeit besitzen. Göppert hat einen so beschaffenen Samen aus dem

Steinkohlengebirge von Charlottenbrunn in Niederschlesien und ein zur Gattung *Alethopteris* gehöriges Farrenkraut aus dem Kohlengebirge bei Kreuzburg in Oberschlesien erhalten und beschrieben (Pogg. Ann. Bd. 38. S. 561 ff.). Der Same besitzt vollkommen *zellige Structur* und das Farrenkraut nicht nur „die gestreiften Gefässe der Blattnerven, das Zellgewebe des Parenchyms, die netzförmige Oberhaut, sondern auch sogar noch Stomatien, ganz so wie diess bei den Farren der Jetztwelt zu sehen ist." Beim Verbrennen erhält man als Rückstand ein Skelett, welches *Kali* enthält. Das beweist, dass diese Pflanze weder vor, noch nach, noch aber während der Einschliessung in den Thon, worin sie jetzt liegt, längere Zeit der Einwirkung des Wassers ausgesetzt gewesen ist, da dieses sonst das leicht lösliche Kalisalz würde ausgezogen haben.

Bei *verkieselten* Hölzern kann man, nach Göppert, durch deren Behandlung mit verdünnter Flusssäure, wobei die Kieselerde entfernt wird, zur genauen Erkennung wohl erhaltener Gefässe gelangen, die in den meisten Fällen noch so vollkommen sind, dass man nach ihrer Beschaffenheit auf die Gattung des Holzes schliessen kann.

Durch *Kalk* versteinerte Hölzer sind selten. Man hat deren bei Kloster Banz unfern Bamberg im Lias, im Uebergangsgebirge bei Hausdorf in der Grafschaft Glatz, sodann zu Oxaigleith in Schottland und zu Aidamil in der Krimm und noch a. e. a. O. gefunden. Nach der Auflösung des Kalkes in verdünnter Salzsäure bleiben die Reste der organischen Substanz deutlich erkennbar zurück. Göppert konnte bei einer verkalkten Stigmaria ficoides, nach deren Behandlung mit sehr verdünnter Salzsäure, deren Structur, über die man so lange zweifelhaft geblieben war, deutlich erkennen. An mehreren Orten hat man alte hölzerne Wasserleitungsröhren, Holzstücke, die lange in kalkigen Wassern lagen, theilweise verkalkt gefunden.

Einigemal hat man auch in Gypsgruben *vergypste* Hölzer gefunden. Vor einigen Jahren fand man zu Dieschel in Oberschlesien einen 4 Zentner schweren Holzstamm in Gyps verwandelt, der sich jetzt in dem naturhistorischen Museum der Universität Breslau befindet.

Im älteren Gebirge sind die organischen Reste vollkommen versteinert; in den jüngeren Formationen sind sie gewöhnlich nur calcinirt oder incrustirt. In den jüngsten haben sie manch-

mal nur Farbe und einen Theil ihrer Festigkeit verloren, und liegen lose auf einander, wie zu Grignon bei Paris; oder sie sind durch eine dünne Steinmasse an den Berührungspuncten mit einander verbunden, wie zu Doué und Saillencourt. Unter der Kreide sind die beiden Schalen der Bivalven gewöhnlich beisammen; in den Formationen über der Kreide aber sehr selten.

Die Massen, von welchen die organischen Reste umschlossen wurden, haben, wie es scheint, einen grossen Einfluss auf die Erhaltung und Versteinerung derselben ausgeübt. H. DEFRANCE hat hierüber, so wie über mehrere andere Verhältnisse der Versteinerungen, interessante Beobachtungen mitgetheilt, denen noch Einiges beigefügt werden kann. Der Thonschiefer enthält im Allgemeinen sehr wenig Versteinerungen, meist nur *Trilobiten* und Kerne von *Ammoneen*, obschon beide wohl selbst sich von anderen Thieren ernähren. Seine Masse scheint somit die festen, wie die weichen Theile der Geschöpfe zerstört zu haben. Im Gypse finden sich keine organischen Reste, deren Hauptbestandtheil kohlensaurer Kalk ausmacht; in den jungen Massen desselben kommen dagegen vegetabilische und solche thierische Ueberreste, die vorzugsweise aus phosphorsaurem Kalke bestehen, wie Knochen und Zähne, häufig vor. Gewisse Conchylien, Austern und Gryphäen, haben sich durchaus erhalten; auch sind alle, auf anderen Körpern aufgewachsene Thiere, wie *Polypen* und *Serpuläen*, nicht leicht ganz zerstört worden. Andere haben ihre Schale nur in gewissen Gebirgen erhalten, in anderen aber eingebüsst. Letzteres ist der Fall bei den *Terebrateln* in den Alleghany's in Virginien, und im rheinischen Gebirge. Einige haben sie aber in allen Gebirgen eingebüsst, welche sonst wahre Versteinerungen einschliessen, wie Cypræa, Voluta und Crassatella. Die festen Theile der *Encriniten*, *Stelleriden* und *Echiniden* sind im fossilen Zustande fast durchgehends in deutlich theilbaren Kalkspath übergegangen. H. HESSEL hat bei einer genaueren Untersuchung fossiler *Encriniten* und *Belemniten* einen merkwürdigen Einfluss des organischen Körpers auf die Structur des Versteinerungsmittels entdeckt*).

*) Die Resultate seiner Beobachtungen sind: 1) Linien, die in der Form des organischen Körpers als vorzüglich wichtige Axen gelten

Mitten im Gesteine eingeschlossen gewesene Schalen von Testaceen sind oft gänzlich zerstört, und an ihrer Stelle erscheinen leere Räume. Im Jurakalke von Amberg liegen Hornstein-Nieren zerstreut, welche Versteinerungen einschliessen. Die Schalen aller Conchylien sind erhalten, nur die der *Belemniten* sind zerstört worden. Man findet von diesen nichts als den Alveolen derselben ähnliche Hornsteinausfüllungen der Schale, welche stattgefunden haben mussten, nachdem die Alveolen der *Belemniten* schon zerstört waren. Sonst sind die Schalen der Belemniten in der Regel gut erhalten, und, von der Axe horizontal auslaufend, faserig. Wodurch sind wohl die im festen Gesteine liegenden Schalen zerstört worden? Und wie kommt es, dass bei Amberg nur die Belemniten-Schalen zerstört worden sind?

Darüber wissen wir Nichts. In den Mergellagern des Montmartre findet man Steinkerne von *Testaceen* und *Crustaceen*, die vom umschliessenden Gestein nur durch einen schwarzen, äusserst dünnen Ueberzug geschieden sind. Aehnliches Verhalten zeigen die Steinkerne von Venus im tertiären Kalksteine des Schutterlindenberges bei Lahr. Der schwarze Ueberzug scheint ein Rest der organischen Theile der Schale zu sein. Der vielfächerige *Baculites* enthält niemals Krystallisationen im Innern seiner Fächer. Bei den *Ammoniten* ist diess häufig, namentlich in den inneren Kammern, während die äusseren gewöhnlich von Gesteinsmasse erfüllt sind. Durch die gebrochene,

müssen, erscheinen auch als vorzüglich wichtige Bildungsrichtungen der unorganischen Masse. Diess zeigen die *Belemniten*. 2) Die Encriniten und Pentacriniten Stielglieder, in deren Gestalt ein vollständiges Axensystem sich ausspricht, gestalteten der Kalkmasse die geregeltste Ausbildung ihres Gefüges. 3) In jedem Encriniten- oder Pentacriniten-Gliede ist die Hauptaxe des Kalkspath-Rhomboeders zusammenfallend mit der Hauptaxe des Gliedes. 4) In zweigliederigen Stielstücken ist nur äusserst selten das rhomboedrische Gefüge des einen, parallel mit dem des anderen Gliedes; ja man kann oft Stielstücke haben, die aus vielen Gliedern bestehen, unter denen nicht zwei vorkommen, deren Gefüge parallel wäre. 5) In jedem Pentacriniten-Stielgliede ist eine der Queraxen erster oder zweiter Art, im Rhomboeder, zusammenfallend mit einer Queraxe erster Art des fünfseitigen, säulenförmigen Gliedes, folglich die, zu jener senkrechten, Queraxe zweiter oder erster Art im Rhomboeder, zusammenfallend mit einer Queraxe zweiter Art in der fünfseitigen Säule.

äussere Schale konnte der versteinernde Schlamm leicht eindringen, nicht aber in die inneren, geschlossenen Kammern gelangen. Hierhin konnten aber kalkhaltige Wasser einsintern und alsdann Kalkkrystalle absetzen. In den unteren Kreideschichten der Ardennen und an einigen anderen Orten findet man oft nur die äussersten Umgänge der *Ammoniten-Schale* in die Gesteinart umgewandelt; die inneren aber und die Nervenröhre unverändert erhalten und ohne Krystalle. Rogensteinmasse findet sich nur dann im Innern von *Ammoniten-Kammern*, wenn die Scheidewände vorher zerstört oder zerbrochen waren. Die Rogenkörner waren also schon gebildet, ehe die Ausfüllung durch sie Statt fand. Sie sind gross und regelmässig, wo die organischen Reste wohl erhalten sind; klein, glatt und unregelmässig, wo die Ueberreste gebrochen sind.

In den jüngeren Gebirgsformationen sind viele Thierreste in Feuerstein verwandelt, namentlich in der Kreideformation, und in der zunächst unter ihr liegenden. Eine einzige Feuersteinkugel schliesst nicht selten mehrere, aus ihrer eigenen Masse bestehende, Steinkerne ein, welche vorzugsweise in der Nähe ihrer Oberfläche liegen. Unter den älteren Formationen findet man die Kieselmasse nur im Rothliegenden als Versteinerungsmittel; hier aber häufig als Versteinerungsmittel von Hölzern.

Fossile Fische findet man in vielen Formationen, selten aber einzeln. Wo man nur ihre Skelette antrifft, da scheinen sie erst nach der Verwesung, also nicht unmittelbar nach dem Tode, versteinert worden zu sein. Wo sie hingegen wohl erhalten gefunden werden, da scheinen sie unmittelbar nach dem Tode von der Versteinerung ergriffen worden zu sein. Bekanntlich sinkt ein gestorbener Fisch unter und bleibt einige Tage am Boden liegen, worauf er wieder in die Höhe steigt, und nun so lange auf der Oberfläche schwimmt, bis seine weichen Theile durch Fäulniss zerfallen. Die wohl erhaltenen Fische vom Monte-Bolca, von denen einer einen anderen im Rachen hält, während man bei anderen Skelette von verschlungenen Fischen in ihrem Innern erkennt, beweisen, dass sie plötzlich umgekommen und, auf den Boden niedergesunken, von der Steinbildung ergriffen worden sind.

In mehreren Achaten wollte man seit langer Zeit wahre Pflanzenüberreste, wirkliche Conferven und Moose, eingeschlossen gefunden haben. Man nannte diese Achate *Moos-*

achate. Die HH. Blumenbach und Macculloch haben in neuerer Zeit wieder behauptet, dass in einigen Achaten wahre Confervenreste vorkommen, die sich von den durch Infiltration gebildeten, nachahmenden Gestalten wohl unterscheiden lassen, und der letztere Naturforscher wollte bemerkt haben, dass sich solche Ueberreste bei der Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure, gleich einer vegetabilischen Substanz, schwärzen, während die Infiltrationen dadurch nicht verändert würden. Die Zeichnungen, welche Macculloch mitgetheilt hat, erlauben keine Bestimmung. H. Ad. Brongniart hat indessen eine sehr grosse Anzahl von sogenannten Moosachaten auf's Genaueste unter dem Mikroskop untersucht, und dabei nicht ein Exemplar gefunden, welches eine Uebereinstimmung mit Pflanzenresten zeigte. Dasselbe Resultat erhielt in neuester Zeit Ulex. Ihr Vorkommen in den Achaten ist daher höchst zweifelhaft.

Bei der Untersuchung des Vorkommens organischer Reste kommt man, wenn die verschiedenen Gebirgsformationen, welche solche einschliessen, von oben nach unten durchgegangen werden, auf eine Grenze, jenseits welcher sich kein Petrefact mehr findet. Innerhalb dieser Grenze aber kommen sie in jeder Tiefe, in jeder Höhe vor. Pflanzenreste liegen in den Kohlenbecken bis zu ihrer grössten Tiefe nieder (S. 109), bis zu 20.000 Fuss unter dem Meeresspiegel; Thierreste hat man in den Alpen in 11.000, am Himalaja in 16.000 Fuss Höhe gefunden.

In den älteren Sedimentbildungen kommen weniger Petrefacten vor, als in den jüngeren. Die Zahl der fossilen Pflanzen und Thiere nimmt im Allgemeinen in den letzteren ausserordentlich zu. Eine Ausnahme hievon macht die grosse Kohlenformation, in welcher mehr Pflanzenreste eingeschlossen sind, als in irgend einer späteren Formation. Sie allein enthält nahe die Hälfte der bis jetzt aufgefundenen Arten.

Die ältesten fossilen Gattungen sind jetzt ganz ausgestorben (*Orthocera*, *Ammonites*, *Trilobites*, *Belemnites*, *Sphenopteris*, *Fucoides* etc.), oder nur in wenigen Repräsentanten erhalten (*Terebratula*, *Encrinites*, *Trigonia* etc.). Vor und in der Kreide findet man von Thierarten, die mit lebenden identisch erscheinen, nur einen *Trochus* und drei bis vier *Terebrateln*. Die analogen Arten vermehren sich aber in den jüngeren Formationen fortwährend, und im erdigen Tertiärkalke Italiens,

der über der Kreide liegt, betragen die analogen und identischen Arten, nach H. Brocchi, mehr als die Hälfte aller dortigen fossilen Arten. Nur in den jüngsten Gebilden stimmen die fossilen Arten ganz mit lebenden überein. Unter den Pflanzenresten zeigen vorzüglich diejenigen, welche nach der Kreide erscheinen, den Character einer *Festlands-Flora*; sie gehören grösstentheils zu den dicotyledonischen Phanerogamen, welche in der gegenwärtigen Periode mehr als zwei Drittheile der lebenden Pflanzen ausmachen. In den älteren Formationen erscheinen zuerst Agamen, und vorzüglich Gefäss-Kryptogamen von riesenhaftem Wuchse, wie man sie heut zu Tage nur noch in Tropenländern sieht. In den alleroberslen Lagen der Erde stimmen die fossilen Pflanzen vollständig mit den lebenden überein.

Thiere und Pflanzen der gegenwärtigen Periode, welche mit fossilen identisch oder analog sind, leben weit entfernt von den Orten, an welchen wir die versteinten Reste finden. Eine grosse Anzahl der fossilen Zoophyten- und Testaceen-Geschlechter, welche man in der Gegend von Paris gefunden hat, leben heute nur noch in den Aequinoctial-Meeren; Nautilen und Spirulen, die man in verschiedenen Climaten versteinert findet, leben jetzt nur noch unter warmen Himmelsstrichen. Landschildkröten, die fossil am Hohenhöwen bei Welschingen im Högau vorkommen, leben gegenwärtig nur im südlichen Europa; die weichen Schildkröten (Trionyx), welche heut zu Tage nur in den Strömen heisser Länder leben, im Nil, Ganges und Orinoko, finden sich versteinert in mehreren Gegenden Frankreichs. Am Montmartre hat man Skelette eines kleinen Beutelthiers gefunden, dessen Gattung jetzt nur in der neuen Welt lebt. In Höhlen in Deutschland, England, Frankreich und Italien hat man Knochen von Bären, Tigern, Löwen und Hyänen entdeckt. Ein Elephant, dem indischen sehr ähnlich, hat Tausende seiner Cadaver von den Säulen des Hercules bis zu den Küsten Sibiriens und durch ganz Nordamerika hinterlassen. In einigen Höhlen in Deutschland hat man Ueberreste von Thieren bei einander gefunden, deren verwandte Gattungen heut zu Tage in den entferntesten Ländern leben; eine Hyäne, der gefleckten vom Cap ähnlich, bei einem Vielfrass, dessen Gattung heute nur in Lappland wohnt; in einer Höhle Frankreichs hat man ein Rhinoceros und ein Rennthier beisammen

gesehen. Die Cycadeen, von welchen Ueberreste in den Gebirgsbildungen bei Basel und Stuttgart, in England und Scandinavien gefunden worden sind, wachsen jetzt hauptsächlich auf den Antillen, an den Küsten von Brasilien, am Cap, auf den Molucken, in Japan und an den Küsten von Neuholland; die Farren, deren Riesengrösse uns in Erstaunen setzt, und von welchen fossile Reste beinahe in allen Climaten aufgefunden wurden, gehören heut zu Tage ganz den Tropenländern an.

Die genauere Kenntniss der Vertheilung der fossilen organischen Reste in den verschiedenen geschichteten Gebirgsbildungen hat uns gelehrt, dass schon in den ältesten petrefactenführenden Bildungen die vier Grundformen des Thierreichs, *Strahlthiere*, *Mollusken*, *Gliederthiere* und *Wirbelthiere zusammen* vorkommen. Sie haben also *gleichzeitig* als die ersten Bewohner der Erde auf ihrer Oberfläche gelebt. In jeder der folgenden Epochen kommen neue Typen dieser grossen Gruppen in einer verschiedenen Zusammensetzung vor.

Von den ältesten Schichten bis herauf zu den jüngsten, haben die Strahlthiere, die Mollusken und die Gliederthiere eine Reihe von Modificationen erlitten; aber sie haben dabei keine höhere Ausbildung erlangt, sie haben keine Vervollkommnung zu höheren Typen erreicht. Die *Korallen* der ältesten Schichten sind so vollkommen als diejenigen, welche in unseren heutigen Meeren wohnen. Die *Stachelhäuter*, welche frühzeitig in allen Schichten auftreten, zeigen zwar hinsichtlich ihrer Beziehungen zum Boden und was die Vertheilung ihrer Familien in den verschiedenen jüngeren Schichten betrifft, beträchtliche Modificationen; aber wir finden sie allenthalben in gleicher Ausbildung. Das Gleiche lässt sich von den drei Abtheilungen der *Mollusken* sagen. Die kopflosen (*Acephala*), die *Muscheln* der ältesten Schichten, zeigen zwar weniger Verschiedenheit in Familien, Geschlechtern und Gattungen, als die der späteren Bildungen; allein sie geben, gegenüber den *Schnecken (Gastropoda)* und *Cephalopoden*, welche durch alle Epochen hindurch in ziemlich gleicher Ausbillung auftreten, keine wesentlichen Unterschiede der Entwickelung zu erkennen. Bei den *Gliederthieren* können wir dasselbe bemerken, ungeachtet unsere Kenntnisse über die fossilen Gattungen dieser Abtheilung noch unvollkommen sind.

Die *Crustaceen* geben in ihrem Auftreten in den verschie-

denen Formationen ebenfalls keine Fortschritte in der Ausbildung zu erkennen.

Es ist ohne Widerrede eine merkwürdige Thatsache, dass von den wirbellosen Thieren *gleichzeitig* alle Abtheilungen zusammen vorkommen, dass sich bei ihnen keine Stufenleiter der Entwickelung nachweisen lässt.

Ganz anders erscheinen die Verhältnisse der fossilen *Wirbelthiere*. Ihre vier Klassen erscheinen *allmählig*, und nach einander, sowohl der Zeit, als der Abstufung nach. Bei den Wirbelthieren tritt ein deutlicher Fortschritt in den nach einander erscheinenden Organisationen hervor; von einer Epoche zur anderen trennt sich eine höhere Klasse vom Mutterstamme ab, indem sie sich dem Schöpfungsziele nähert. Das allmählige Auftreten immer wieder höher ausgebildeter Thiere zeigt die schönste Stufenfolge. Auf das Reich der Fische, welches in den ältesten Schichten begraben liegt, folgt das Reich der Reptilien, auf dieses dasjenige der Säugethiere und zuletzt endlich erscheint der Mensch.

Die genannten drei Hauptklassen der Wirbelthiere bieten aber eine augenfällige Abstufung der Organisation dar. Die Fische sind von jeher von den Zoologen als Wirbelthiere einer unvollkommenen Ausbildung betrachtet worden, die auf tieferer Stufe steht, als diejenige der übrigen Klassen. Ihre unvollkommene Organisation (die in dem Vertretensein der Lungen durch Bronchien, in dem einfachen Umlaufe des Blutes, in der geringen Intensität des Empfindungsvermögens, in der Unvollkommenheit ihrer Sinneswerkzeuge und in ihrer Stumpfsinnigkeit ausgedrückt ist), bildet den Anfangspunct einer Stufenfolge, welche von ihnen ausgehend, durch die Klasse der Reptilien zu derjenigen der Vögel und Säugethiere geht und im Menschen endet. Auf diese Weise erscheinen diese vier Thierklassen, nach ihrem Vorkommen in den Schichten der Erde, als allmählige Fortschritte der Offenbarung des Typus der Wirbelthiere.

Bemerkenswerth ist es, dass die mehrsten Versteinerungen in thonigen und mergeligen Massen vorkommen, und die Pflanzenversteinerungen insbesondere in kieseligen, sandsteinartigen Lagen gefunden werden. Die mergeligen Schichten verschiedener Kalksteinformationen sind beinahe immer die reichsten Fundstätten von Petrefacten, und nicht selten findet man diese

ganz mit Versteinerungen erfüllt, während man in den dichten Kalksteinlagern oft vergeblich nach ihnen sucht. Grosse Kalksteinmassen, die von keinen mergeligen oder thonigen Zwischenlagern unterbrochen sind, haben gar oft nur einige wenige Petrefacten aufzuweisen, oder sind petrefactenleer; Kalkmassen dagegen, die bei einer geringern Mächtigkeit mehrfach mit untergeordneten Thon- und Mergelschichten wechseln, sind gemeiniglich petrefactenreich. Bei grossen zusammenhängenden, petrefactenführenden Kalkmassen liegen die Ueberreste seltener gleichförmig in der ganzen Masse vertheilt, gewöhnlich mehr gegen die untere oder obere Grenze hin. Zur Beobachtung dieser Thatsachen findet man im Jura, dem Gebirge, was zu derartigen Beobachtungen wohl das geeignetste ist, mannigfache Gelegenheit. In demjenigen Theile des Jura, der ostwärts am Schwarzwalde hinläuft, sind Massen von dichtem Kalke vorherrschend, und haben häufig eine grosse, ununterbrochene Mächtigkeit; Unterbrechungen durch thonige Schichten, die man anderwärts häufig sieht, sind seltener. Es kommen aber auch in diesen grossen, gleichsam zusammengeflossenen, dichten Kalkmassen verhältnissmässig wenige Versteinerungen vor. Im französischen Jura sehen wir im Département de la Haute-Saône, die Kalkmassen mehrfach durch Mergel- und Thonlager unterbrochen, in bestimmte Abtheilungen geschieden und in diesen eine grosse Menge von Versteinerungen. Ja es scheint, dass an vielen Orten die Petrefactenmenge mit der Mächtigkeit der Formationen in umgekehrtem Verhältnisse steht.

Der weisse Jurakalk, sagt H. Hugi, hat, wo er in grosser Mächtigkeit auftritt, wie an der Balm bei Solothurn, gar keine Spur von Petrefacten. Man untersucht das ganze Gebilde von unten bis oben immer umsonst. Wenn nun aber dieses Gebilde in einiger Entfernung seine Mächtigkeit verliert, und nur gering, erscheinen die Petrefacten. In den Steinbrüchen bei Solothurn, wo der treffliche Kalk zu Kunstwerken ausgebeutet wird, finden sich die Saurier (Eidechsen) und Schildkröten vorzüglich in einer mergeligen Zwischenschicht. Wo diese aber zu mächtig wird, sucht man umsonst. In dieser Schichte nur sind die Schildkröten ganz, immer auf dem Bauche liegend, auch mit den feineren Knochentheilen.

Eine andere sonderbare, von den HH. Studer, Boué und Hugi beobachtete Thatsache ist die, dass die Petrefacten der

Alpen, im Allgemeinen dieselben wie im Jura, stets kleiner als in diesem Gebirge sind.

Bisweilen sind die Thierreste, und insbesondere diejenigen der Schalthiere jüngerer Gebirgsbildungen, ausserordentlich, ja selbst mikroskopisch klein, und setzen uns alsdann ebenso durch ihre Kleinheit, wie durch ihre Zahl in Erstaunen. Soldani beschreibt in seinem Saggio Orittographico vom Jahre 1780 in dieser Beziehung nachstehende interessante Thatsache. Er untersuchte einen in den Hügeln von Casciana in Toscana gefundenen an Versteinerungen reichen Stein von nahezu anderthalb Unzen Gewicht mit grosser Sorgfalt und fand darin nicht weniger als 10.454 fossile mikroskopisch kleine, gekammerte Conchylien. Der Rest des Stückes bestand aus Bruchstücken von Schalen, winzigen Echiniterstacheln und Kalkspath. Von einigen Arten dieser fossilen Schalthiere giengen 4 - 500 auf 1 Gran. Ja Soldani nimmt an, dass von einer besonders kleinen Art selbst 1000 Individuen kaum einen Gran wägen.

Das Alles wird aber noch weit übertroffen durch die *fossilen Infusorien*, durch diese felsenbildenden *kleinsten* Thiere, wie es uns Ehrenbergs schöne Entdeckungen lehren. Die Grösse eines einzelnen Infusions-Thierchens des Biliner Polirschiefers beträgt nach Ehrenberg im Mittel $^1/_{288}$ einer Linie, das ist gleich $^1/_6$ der Dicke eines menschlichen Kopfhaares, wenn man dessen mittlere Stärke zu $^1/_{48}$ Linie annimmt. Ein menschliches Blutkügelchen, zu $^1/_{300}$ Linie gerechnet, ist nicht viel kleiner. Die Blutkügelchen eines Frosches sind noch einmal so gross als ein solches Thierchen. Im Biliner Polirschiefer liegen die fossilen Thierchen dicht gedrängt, mithin würden auf eine Kubiklinie in runder Zahl 23 Millionen derselben vorhanden sein. In einem Kubikzoll Polirschiefer, = 1728 Kubiklinien, befinden sich also 41.000 Millionen Thiere!

Beim Abwägen eines Kubikzolls dieses Polirschiefers fand Ehrenberg sein Gewicht = 220 Gran. Von den 41.000 Millionen Thieren gehen somit 187 Millionen auf einen Gran, oder der Kieselpanzer eines einzelnen Thieres wiegt $^1/_{187}$ Milliontheil eines Grans.

In vielen Fällen haben die organischen Reste einen wesentlichen Einfluss auf die Anordnung der Theile eines Gesteins. Wir sehen namentlich Thon-, Mergel- und Kalkschichten da-

Vorliegendes Werk bildet zugleich den *zweiten* Band der neuen Auflage von

Dr. Friedr. Aug. Waldner's

HANDBUCH

der gesammten

MINERALOGIE

und wird circa 60 Bogen Text nebst vielen eingedruckten Holzschnitten und 11—12 (zum Theil colorirte) Folio-Steindrucktafeln enthalten. Es erscheint in 6 Lieferungen, deren jede 1 fl. 20 kr. rhein. oder 25 Neugroschen im Subscriptionspreise kostet.

Die Steindrucktafeln werden später in einem besondern Hefte geliefert. —

Ueber das Erscheinen des *ersten* — die „Oryktognosie" enthaltenden — Bandes (von dem noch ein geringer Vorrath der ersten Auflage vorhanden ist) behalten wir uns vor, auf der Schlusslieferung dieses *zweiten* Bandes nähere Mittheilung zu machen.

Geneigte Bestellungen auf dieses Werk werden von allen Buchhandlungen des In- und Auslandes angenommen.

Karlsruhe, im April 1847.

Verlags-Buchhandlung von **Ch. Th. Groos.**

Lith. 435 h

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE

zum Gebrauche

BEI SEINEN VORLESUNGEN

und zum

SELBSTSTUDIUM

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden

entworfen von

Dr. Friedr. Aug. Walchner,
Grossherzoglichem Bergrathe, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Mit Steindrucktafeln und Holzschnitten.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Dritte Lieferung (mit 19 Holzschnitten).

Karlsruhe,
Druck und Verlag von Christian Theodor Groos.
1847.

durch in dünne Blätter abgetheilt, wenn sie darin in parallelen Ebenen liegen. Ein mächtiges Mergelgebilde der Auvergne schliesst zahllose Myriaden dünner Schalen von *Cypris faba*, einem winzig kleinen Krebschen ein, von welchem heut zu Tage noch einige Arten leben, die hurtig in den stehenden Wassern der Teiche und Sümpfe umherschwimmen. Der einige hundert Fuss mächtige diese Cyprisgehäuse einschliessende Mergel, ist dadurch in papierdünne Blätter abgetheilt. Diese Thierchen werfen, wie bekannt, alljährlich ihr altes Gehäuse ab; sie konnten aber doch nur in sehr langer Zeit eine solche unzählige Menge ihrer Schalen hinterlassen; ein unumstösslicher Beweis, dass das Mergelgebilde langsam und allmählig während einer langen Zeit der Ruhe abgesetzt worden ist.

Gewisse fossile Thiergattungen haben ein beschränkteres Vorkommen, während andere dagegen in den verschiedensten Formationen gefunden werden. Die Orthoceratiten und Trilobiten sind auf das Uebergangsgebirge beschränkt. Belemniten findet man erst vom Lias an in den jüngeren Gebilden; Ammoniten aber in vielen Formationen, bis an die Gränze des Tertiärgebirges und Terebrateln erscheinen von den ältesten petrefactenführenden Lagern an, durch die ganze Reihe herauf, bis zu den jüngeren Schichten. Viele Arten fossiler Conchylien finden sich indessen auch nur in einer oder der andern bestimmten Formation, oder nur in zwei unmittelbar auf einander folgenden. So Ceratites nodosus nur im Muschelkalk, Gryphæa arcuata nur im Lias, Gryphæa dilatata nur im Oxfordthon, Ammonites macrocephalus nur im Dogger, Cerithium giganteum nur im Grobkalk, Ostrea deltoidea vorzüglich im Kimmerigdethon, Ostrea hastellata vorzüglich im Korallenkalk, Ostrea Marshii im Dogger, Ostrea vesicularis in der weissen Kreide. Ja viele sind nur in dieser oder jener Abtheilung einer Formation eingeschlossen. Gar oft sieht man bei Formationen, die aus verschiedenen petrefactenführenden Abtheilungen zusammengesetzt sind, die einen von diesen reicher an Petrefacten als die anderen, und häufig auch die einen mit Versteinerungen erfüllt, die anderen versteinerungsleer.

Die angeführten Thatsachen legen uns die Wichtigkeit der *fossilen organischen Reste* für die Geognosie klar vor Augen; sie zeigen, wie gewisse Lagen der Erdrinde durch den Einschluss *eigenthümlicher Versteinerungen* charakterisirt sind,

und wie wir daher an diesen ein Mittel mehr haben, jene Lagen richtig zu erkennen, die Identität der Formationen der entferntesten Gegenden zu bestimmen. Vor Allem aber sind sie wichtig für die Geschichte unseres Planeten. Die Schichten, welche sie einschliessen, sind die Grabstätten in welchen die *Floren* und *Faunen* der verflossenen Jahrtausende erhalten sind. Sie erscheinen als ächte historische *Documente*, als *Denkmünzen*, niedergelegt in dem grossen Archiv der Natur, zur Bezeichnung der Entwickelung des organischen Lebens und der Umwälzungen unseres Wandelsterns. Ohne diese *Urkunden* wäre man nie dazu gekommen, verschiedene Epochen in der Bildung der Erdkugel zu unterscheiden, die *allmählige Entstehung der Continente*, den *Rückzug der Meere*, die *Entwickelung des Organischen* zu erkennen. Die fossilen Reste haben nicht nur den ersten Anstoss zur Theorie der Erde gegeben, sie haben derselben auch die meiste Aufklärung, die bestimmtesten Data geboten.

Massen von *gleicher Lagerung* und verschiedener oder einerlei Zusammensetzung, von denen die eine Versteinerungen einschliesst, die andere versteinerungsleer ist, dürfen nicht zu *verschiedenen* Formationen gezählt werden; auch dann nicht, wenn sie, beide petrefactenführend, nicht vollkommen, jedoch der Mehrzahl nach, gleiche fossile Arten einschliessen. Haben sie eine verschiedene Zusammensetzung, so sind es *parallele* Formationen; stimmt ihre mineralogische Beschaffenheit überein, so geben einige Verschiedenheiten in den Arten der Petrefacten uns kein Recht, sie für nicht *identisch* zu halten, wenn die beiden Massen in grosser Entfernung von einander liegen. Wie heut zu Tage in entfernten Gegenden, in verschiedenen Breiten ein abweichender Typus der Organisation erscheint, und in den heissen Himmelsstrichen nicht die Arten der kalten Zone vorkommen; so werden auch in früherer Zeit klimatische Einflüsse die Entwickelung der Thier- und Pflanzenformen bestimmt haben, und so können der Auflagerung nach identische Formationen, wenn sie sich in verschiedenen Erdhälften befinden, selbst unter *denselben Breitegraden*, abweichende fossile Arten einschliessen. In dieser Beziehung sind v. Bærs Mittheilungen über die heutigen Verhältnisse von *Aljaska* von grossem Interesse. (*Pogg*. Ann. 1839, Ergänz. Bd. I.)

Die Halbinsel *Aljaska* bildet in einer Länge von reichlich

80 Meilen eine ununterbrochene Felsenmauer, welche den Wellen des Beeringsmeers nicht erlaubt sich mit den Wellen des weiten Busens zu vermischen, den die Südsee im Osten dieser Halbinsel bildet. Eine lange Inselkette setzt diese Scheidewand der Meere weiter fort.

Das Wasser jenes Busens im Osten von Aljaska mischt sich nur mit den Wassern aus südlichen Breiten, während das Beeringsmeer in derselben Breite nur nach Westen hin einen sehr unterbrochenen Zusammenhang mit der Südsee hat, und für sich allein die Temperaturausgleichung mit dem Eismeer durch die Beeringsstrasse unterhalten muss. Dazu kommt noch, dass durch viele Flüsse in jedem Frühling grosse Eismassen in das westlich von Aljaska liegende Meer geführt werden, und die Temperatur erniedrigen.

Aljaska selbst und ein grosser Theil der Inselkette ist sehr hoch, wodurch eine Temperaturausgleichung der beiden Meere verhindert wird. Das Beeringsmeer ist auch bekanntlich das nebelreichste.

Nirgends auf der Erde ist durch solche Verhältnisse wohl ein so bedeutender Unterschied der Klimate in so geringer Entfernung, als auf den beiden Seiten von Aljaska. Westwärts, an den Ufern der Beeringsstrasse, kein Baum; ostwärts hochstämmiger Baumwuchs.

Auf einer Seite dieser Erdzunge sieht man *Wallrosse*, die Bewohner des Polareises; ostwärts *Kolibris*, die Bewohner des Südens. Also *unter demselben Parallelkreise* Wallrosse und Kolibris, und dabei liegen die Verbreitungsbezirke beider nur wenige Längengrade auseinander, indem auf der einen Seite von Aljaska die Wallrosse bis 56° 30′ nördliche Breite herabgehen, auf der anderen Seite die Kolibris im Sommer bis zum 60° nördlicher Breite hinaufsteigen.

Gleiche Verschiedenheit wird sich wohl auch bei den Conchylien und Fischen dieser beiden Meere nachweisen lassen.

Vergleicht man Massen, die sich nahe liegen, so ist die Uebereinstimmung oder der Unterschied ihrer fossilen Reste von der grössten Wichtigkeit; weit geringer aber ist der Werth dieser Verhältnisse allezeit bei der Vergleichung von Gebirgslagern, die durch grosse Länderstrecken, oder durch Meere von einander getrennt sind.

Dass ferner gleiche Petrefacten auch gleiche Lager an-

zeigen, konnte nur unter der Voraussetzung angenommen werden, dass die petrefactenführenden Schichten sich zugleich mit den organischen Resten aus dem Meere abgesetzt haben. Wenn diess bei älteren Formationen nun auch der Fall ist, und wenn diese beurkunden, dass die organische Natur mit der unorganischen zur Zeit ihrer Bildung gleichmässig vorangeschritten ist; so beweist doch Nichts, dass es sich durchgängig, und auch bei den jüngeren Formationen eben so verhalte. Was unter unseren Augen vorgeht, spricht für das Gegentheil. In welchen Irrthum würden wir verfallen, wenn wir die verschiedenen Sandsteine, in welche sich an den Küsten die Mollusken unserer Meere eingraben, desshalb, weil sie übereinstimmend die Reste derselben einschliessen, alle zu einer Formation rechnen wollten?

Eine grössere Gebirgsmasse, die in ihren unteren Schichten Versteinerungen enthält, in den oberen aber petrefactenleer ist, desshalb in zwei verschiedene Formationen zu trennen, ist ganz verwerflich. Nicht weniger Tadel verdient es, wenn man eine Gebirgsmasse, die Meeres- und Süsswasserconchylien zugleich, und in abwechselnden Schichten einschliesst, in mehrere Formationen zersplittert. Beiderlei Ueberreste können gar leicht in einer Schichte beisammen liegen; denn viele Flussmuscheln gewöhnen sich nach und nach an das Leben im Meerwasser, und wir finden gewisse Paludinen an den Küsten, bald in Gemeinschaft mit Süsswassermuscheln, bald in Gemeinschaft mit Meeresconchylien. Auch ist nicht unbekannt, dass H. v. Humboldt an den Küsten von Terra-Firma, zwischen Cumana und Nueva-Barcelona, Krokodile sich weit ins Meer hat wagen gesehen, und dass Pigafetta dieselbe Beobachtung bei den Krokodilen von Borneo gemacht hat. Südlich von Cuba leben, im Golf von Xagua, Seekühe an einem Punkte im Meere, an welchem, mitten im Salzwasser, Quellen von süssem Wasser hervorspringen.

Der Wechsel von Schichten, die Meeresthiere, und von solchen, die Süsswasser-Geschöpfe einschliessen, ist gleichfalls begreiflich, und kann allein keine Veranlassung zur Trennung eines Gebildes in mehrere Formationen sein, wenn man bedenkt, dass die verschiedenen Gewässer, bald salzige, bald süsse, den abgesetzten, sie tragenden Boden, mehrmals bedeckt, durch einander geworfen, und mit ihren Conchylien be-

reichert haben. Der Gyps am Montmartre bei Paris gibt ein höchst interessantes Beispiel einer solchen Abwechslung. Er liegt zwischen zwei Meeresgebilden. In der Mitte liegen, in den Gyps- und Mergelmassen, Süsswasser- und Landthiere, darüber und darunter Schichten mit Meeresproducten. Dennoch haben die Herren Cuvier und Brongniart diese Gyps- und Mergelmasse nicht in verschiedene Formationen zerspalten; denn sie folgten vorzüglich der teutschen *Lagerungs-Geognosie (Géognosie de superposition)*, und gaben in diesem Fall der *Petrefacten-Geognosie (Géognosie des fossiles)* den ihr gebührenden zweiten Rang. Die Verhältnisse des Gesteins, die Lagerungs- und die Petrefacten-Verhältnisse zusammen, bilden ein harmonisches Ganzes. Wo die beiden ersteren nicht ausreichen, da leiten, erläutern die letzteren.

Literatur.

Die wichtigsten Schriften über das Vorkommen von Versteinerungen im Allgemeinen:

Bronn, Lethaea geognostica, 2 Bde., 1 Bd. 1835—1837. 2. Bd. 1838. Stuttgart.

Ad. Brongniart, prodrome d'une histoire de végétaux fossiles. Paris 1828.

Agassiz, de la succession et du développement des êtres organisés à la surface du globe terrestre dans les différens ages de la nature. Neuchatel 1841.

H. Burmeister, Geschichte der Schöpfung. Leipzig 1845.

Ch. G. Giebel, Paläozoologie, Merseburg 1846.

Ehrenberg, über fossile Infusorien, in den Monatsberichten und Abhandlungen der Berliner Academie.

Eintheilung der Gebirgsbildungen.

Die verschiedenen Gebirgsbildungen lassen sich in zwei grosse Klassen theilen. Die eine Klasse umfasst die *geschichteten* Formationen, welche, eine zusammenhängende Reihe bildend, in einer bestimmten Ordnung über einander abgelagert sind; die andere Klasse begreift die *ungeschichteten*, *massigen* Gebilde, die keine bestimmte Aufeinanderfolge zeigen. Auch in den Gesteinen der Bildungen dieser beiden grossen Abtheilungen herrscht ein beachtungswerther Unterschied. Die Gesteine der geschichteten Formationen sind in der Regel von ziemlich einfacher Zusammensetzung. Der Zustand mechanischer Aggregation ist bei der Mehrzahl deutlich ausgesprochen. Es sind Niederschläge aus Wasser oder Bodensätze, Sedimente, wesshalb man sie auch *Sediment-Bildungen* heisst. Ihre Masse ist gemeiniglich in Platten abgetheilt, die unter sich parallel laufen, und bei einer unbedeutenden Dicke eine grosse Ausdehnung in die Länge und Breite besitzen. Die Gesteine der massigen Gebilde sind dagegen von vorherrschend *krystallinischer Bildung*, sie bestehen meist aus einem Gemenge von mehreren, bald mehr, bald weniger deutlich *krystallisirten* Mineralien, und nur selten erscheint eine durchgreifende Anordnung der Gemengtheile nach parallelen Ebenen.

Innerhalb dieser beiden Abtheilungen selbst ergeben sich weitere, ganz naturgemässe Unterscheidungen, weitere Abtheilungen in Gruppen, nach Hauptverschiedenheiten der Bildungsweise und nach der Altersfolge.

Wenn wir die Gebirgsbildungen nach der verschiedenen Entstehungsweise ordnen, so erhalten wir folgende Gruppen:

1) *Sediment-Bildungen.* Sie sind Absätze oder Bodensätze aus einer Flüssigkeit, in der die Theile entweder chemisch aufgelöst waren, oder schwebten, und sich bei der Abscheidung aus derselben an der Oberfläche der Erdrinde abgesetzt haben, (Exogene Gesteine). Dazu gehört der grösste Theil der geschichteten Massen, die verschiedenen Schiefer, Kalksteine, Tuffe und Infusorienlager.

2) *Ausbruchs-Bildungen*, *vulkanische* oder *plutonische Eruptions-Gesteine*, im Innern erzeugte, (*endogene*) Massen. Sie

sind aus dem Innern der Erde, *vulkanisch geschmolzen*, oder in weichem, mehr oder minder zähem Zustande *plutonisch ausgebrochen*. Augit-, Hornblende-, Feldspath-Gesteine, Serpentin, Quarz-Porphyre.

3) *Umgewandelte (metamorphosirte)* Bildungen, durch Einwirkung eines nahen oder in unmittelbarer Berührung stehenden vulkanischen oder plutonischen Ausbruchs-Gesteins *veränderte* Gebilde. Die Veränderung besteht theils in einer Umwandlung der Structur und der Verhältnisse der Schichtung, theils in einer Umwandlung des chemischen Bestandes der Gesteine. Hohe Temperatur, Gase, Dämpfe, Sublimationen, sind die Ursachen des Metamorphismus. Glimmer-, Chlorit-, Talk-Gesteine, krystallinische, verschiedenartige Schiefer, viele körnige Kalksteine gehören hierher.

4) *Trümmergesteine,* aus mechanisch zerkleinerten und zertheilten Massen der drei vorigen Gruppen zusammengesetzt. Sandsteine, Conglomerate, Breccien gehören hierher.

Die angegebene Unterscheidung der Formationen in *geschichtete* und *massige,* die sich unter allen Breiten so einfach und natürlich wiedergibt, ist zugleich von der höchsten Bedeutung für die richtige Auffassung ihrer Beschaffenheit. Leicht erkennt man in der Schichtenbildung das Product eines successiven Niederschlags und Absatzes aus den Gewässern, und gewinnt so die Ansicht einer *neptunischen* Entstehung eines grossen Theils der Erdrinde. In der massigen Structur aber zeigt sich das Gepräge einer Bildung durch glühenden Fluss oder durch Erstarrung von Massen, die, geschmolzen oder im weichen oder zähen Zustand von Innen heraus, an die Oberfläche getrieben worden sind. Die Erfahrungen, die wir über die Art der Verbindung von beiderlei Gebilden, so wie über die verschiedene Beschaffenheit der Mineralien gemacht, welche sie zusammensetzen und über die Metamorphose, welche viele derselben erlitten haben, endlich das Studium der Vorgänge, unter welchen jetzt noch vor unseren Augen die stetige Veränderung der Erdkruste, theils durch Vermittelung des Wassers, theils durch vulkanische Kräfte, statt findet: haben den Schlüssen, dass die *geschichteten* Formationen *neptunischen*, die *massigen* dagegen *vulcanischen* oder *plutonischen* Wirkungen und die metamorphischen einer Aufeinanderwirkung dieser beiden

ihre Entstehung verdanken, den höchsten Grad von Sicherheit gegeben.

Bei der Betrachtung der einzelnen Gebilde ist es am zweckmässigsten, mit dem jüngsten derselben zu beginnen, von der Oberfläche der Erde in ihr Inneres so weit einzudringen, als es möglich ist. Man geht hierbei naturgemäss von dem aus, was uns am nächsten liegt, was unter unseren Augen sich gestaltet; von den Vorgängen, die wir unter den, an der jetzigen Erdoberfläche wirkenden Einflüssen bekannter Kräfte vor sich gehend beobachten, und schreitet sicher so von dem Bekannten zu dem Unbekannten fort. Die Gesetze, nach welchen die Lagen der Erdrinde geordnet sind, geben sich bei diesem Gange einfach zu erkennen, und am besten erlangt man so eine Einsicht in die Vorgänge, die sich nach einander, oder gleichzeitig auf unserem Planeten ereignet, eine Kenntniss von den Ursachen, die bei der Bildung seiner Oberfläche thätig gewesen sind.

I. Abtheilung. Geschichtete Bildungen.

I. Schuttland.

1. Formation. Alluvium.

Syn. Neues Alluvium; Postdiluvianische Gebilde; Terrains alluviens; post-diluvial-detritus.

Das Alluvium bildet die oberste Lage der Erdrinde. Seine meist lockeren Massen tragen im Allgemeinen das Gepräge eines Absatzes aus bewegten oder ruhigen Gewässern, und ein grosser Theil derselben bildet sich gegenwärtig noch vor unseren Augen fort. Wenn gleich die Periode ihrer Entstehung gewöhnlich die neueste genannt wird, so fällt doch das Beginnen derselben weit hinaus über die Zeit, von welcher an gemeiniglich die jetzige Ordnung der Dinge gerechnet wird, und wahrscheinlich begann ihre Bildung gleich nachdem die Continente ihre gegenwärtige Gestalt angenommen hatten.

Die Massen des Alluviums schliessen zahlreiche Reste von Thieren und Pflanzen ein, welche, mit weniger Ausnahme, Gattungen angehören, die *jetzt noch* leben, und zum grossen Theile da leben, wo man deren Ueberreste findet. Beiderlei Reste sind nicht eigentlich versteinert. Die Pflanzenreste sind gewöhnlich braun oder schwarz, mehr und weniger verkohlt; die Thierreste sind meist eben so gefärbt und zeigen sich hin und wieder etwas calcinirt. Es finden sich menschliche Ueberreste und verschiedenartige Erzeugnisse des menschlichen Kunstfleisses, Monumente, Waffen, Geräthe, von den ersten Bewohnern des Landes hinterlassen, die den niederen Grad der

Ausbildung jener Menschen beurkunden, da sie sämmtlich den Kunsterzeugnissen der Wilden Amerikas und den Producten der rohen Insulaner gleichen.

Mechanische und chemische Kräfte sind bei der Entstehung dieser Massen thätig gewesen und noch thätig, und das Organische liefert wesentliches Material zur Bildung von mehreren derselben; mehrere Geschlechter arbeiten fort und fort am unorganischen Bau und an den Sedimentbildungen der gegenwärtigen Periode. Mannigfache Gewächse haben den ersten Boden bekleidet, starben ab, und hinterliessen ihre Reste, die wir jetzt oft tief unter der gegenwärtigen Oberfläche finden, und nur durch künstliche Nachgrabungen erreichen können. An vielen Orten findet man im Alluvium unter einer mächtigen Decke von Schlamm und Sand, Torf, Aeste, Stämme, Wurzeln grosser Waldbäume und Sträucher, die einst an diesen Orten gelebt haben.

Diese neuesten Bildungen liegen vorzüglich in den Niederungen, erfüllen das Flachland, den Grund vieler Thäler, die Becken mancher trocken gelegter Seen, erscheinen am Meeresufer, an den Ufern der Landseen, an den Ufern und an den Mündungen der Ströme, seltener auf den Höhen der Gebirge.

Wir erhalten eine deutlichere Vorstellung von der Entstehungsweise der jüngsten neptunischen Bildungen, wenn wir zunächst die Veränderungen betrachten, welche durch die heute noch fortwirkenden, nicht vulcanischen Ursachen ununterbrochen an der Erdoberfläche hervorgebracht werden.

Verwitterung. Zerstörung der Felsen.

Alle Körper, welche der freien Einwirkung der Atmosphäre ausgesetzt sind, werden davon angegriffen und mehr oder weniger verändert. Die Gesteine, den manchfaltigen und wechselnden Einwirkungen der Luft, des Wassers und der Temperatur preisgegeben, erleiden ununterbrochene Angriffe, fortschreitende Veränderung und unterliegen endlich alle der Zerstörung. Schon die *mechanische* Einwirkung der Luft ist zerstörend. Ein Sturm reisst vorragende Theile nieder; ein Luftstrom, der lange Zeit rauhen Sand gegen oder über Felsen führt, wirkt angreifend ein. Das zeigt die nakte, felsige Hochebene des Karst über Triest, dessen unbedeckte Kalkmassen dem

Einfluss der heftigen Bora ausgesetzt sind, wodurch Grus und Sand über die Felsenflächen hingeblasen werden. Eine geringfügige Ursache ist bei unendlich langer Dauer von grosser Wirkung.

Auch die *mechanische* Gewalt des Wassers, wenn es als Regen, Hagel, Schnee herabfällt, ist nicht ohne Einfluss; es schabt hervorragende Theile ab und gräbt Furchen aus, indem es darüber hingleitet. Lawinen ziehen Felsstücke mit in den Sturz und zerschmettern sie. Das flüssige Wasser dringt auch in die Masse der Gesteine ein, weicht sie auf, vermindert dabei ihre Festigkeit und bewirkt ihr Zerfallen. Durch seine *chemische* auflösende Kraft zieht es Kalk, Gyps, Salze, alkalische Bestandtheile, Kieselerde, aus den Gesteinen aus. Es wirkt auf diese Weise besonders dann stark auf kalkige, feldspathige und zeolithische Massen ein, wenn es *Kohlensäure* enthält, was bei dem Regenwasser jederzeit mehr oder weniger der Fall ist. Am zerstörendsten aber wirkt das Wasser ein, wenn es von Gesteinen eingesogen, oder in Ritzen und Klüften derselben eingedrungen, zu *Eis* wird. Dabei dehnt es sich bekanntlich stark aus und mit solcher Kraft, dass es die festesten Gesteine zersprengt und in kleinere Theile trennt, gleich wie ein eingetriebener, anschwellender Keil. Auch die Eismassen der Gletscher zerreiben unablässig die Gesteine, über deren Oberfläche sie sich fortbewegen. Die daraus abfliessenden Bäche tragen in ihren trüben Wassern das aufgeschlämmte Steinpulver fort.

Ganz besonders kräftig und im grössten Massstabe dabei so still und ruhig, dass die Wirkung fast unscheinbar, wirkt die Atmosphäre *chemisch* durch ihren Sauerstoffgehalt verändernd auf die Erdoberfläche ein, und ganz vorzüglich auf die eisenhaltigen Mineralkörper. Aber beinahe alle Gesteine sind *eisenhaltig*. Die gewöhnlichste Form, in welcher das Eisen darin vorkommt, ist die des Magneteisens, in Körnern oder als feiner Staub, und als Eisenoxydul mit Kohlensäure oder Kieselsäure verbunden. In beiderlei Formen nimmt das Eisen Sauerstoff aus der Luft auf, verwandelt sich in Eisenoxyd, und bei gleichzeitiger Einwirkung von Wasser, die nie fehlt, in rostfarbiges Eisenoxyd-Hydrat. Dabei wird das ursprüngliche Volumen der Eisenverbindung um's Vielfache vergrössert, die Theile des Gesteins werden durch das in Rost übergehende Eisen auseinandergetrieben und aufgelockert, in dem Grade, als sie

gelb oder braun werden. Sie fallen endlich, aus ihrer gegenwärtigen Verbindung gebracht, auseinander und bilden einen rostfarbigen Grus. Das gibt den Grund an, warum fast alle aus der Zerstörung von Gesteinen hervorgegangenen Schuttmassen, Gruse, Thone, Lehmbildungen u. s. w. eine *gelbe* oder *braune* Farbe haben. Nebst dem Eisenoxydul wird namentlich auch der in manchen Gesteinen vorkommende, vielverbreitete Binar- oder Strahlkies durch den Sauerstoffgehalt der Luft und den Einfluss des Wassers zersetzt; er wird oxydirt und in Eisenvitriol umgewandelt, durch dessen Einwirkung auf basische Bestandtheile der Gesteine, Gyps, Bittersalz, Alaun gebildet werden, das Eisen aber als Rost sich ausscheidet, wobei die Festigkeit und der Zusammenhang der Theile aufgehoben werden.

Wird die Einwirkung des Sauerstoffs durch Wasser vermittelt, was bei der Nässung und Befeuchtung der Gesteine durch die wässerigen Meteore immer der Fall ist, so übt er eine besondere kräftige oxydirende Wirkung aus. Das *Regenwasser* ist ein ausgezeichneter *Ueberträger* einer *sauerstoffreichen* Luft auf alle Körper, die es berührt und so vermittelt es auch die Oxydationsvorgänge wie im organischen, so auch im *unorganischen* Gebiete. Während in dem Gemenge der atmosphärischen Luft nur 21 Prozente Sauerstoffgas vorhanden sind, enthält die vom Regenwasser verschluckte Luft 31 Prozent Sauerstoff, und in der Luft, aus frisch geschmolzenem Schneewasser ausgetrieben, hat man bis 34.8 Prozent Sauerstoffgas gefunden. Regen und Schnee üben dadurch einen ausserordentlichen Einfluss auf alle jene Mineralkörper aus, deren Bestandtheile fähig sind, Sauerstoff aufzunehmen und Hydrate zu bilden.

Die Umwandlung, welche das allverbreitete Eisen durch den Einfluss der Atmosphäre erleidet, ist eine der wichtigsten Ursachen der Verwitterung der Gesteine und führt in Verbindung mit der auflösenden und zersetzenden Kraft des Wassers ihr Zerfallen unausbleiblich herbei. In warmen und heissen Ländern, wo die Wirkung des Eises nicht hinzutritt, schreitet die Zerstörung langsamer fort, als in gemässigten; am mächtigsten wirken ihre Ursachen in Ländern, welche den grössten Temperaturwechseln unterworfen sind.

Die *Elektricität* wirkt als chemisches Agens, das bei allen

chemischen Vorgängen thätig ist, unverkennbar auch bei allen Veränderungen mit, welche durch jene hervorgebracht werden. Wo an der Erdoberfläche irgendwo eine Anhäufung von Elektricität stattfindet, welche von anderer Art ist, als diejenige anstossender Flächen, da werden durch die Ausgleichung der verschiedenen Elektricitäten neue Verbindungen der Theile dieser Oberflächen hervorgebracht und Veränderungen der Zusammensetzung der Gesteine bewirkt. Die Wolken, bald positiv bald negativ elektrisch, ruhen auf der Oberfläche der Felsen, auf die sie einwirken, indem jene die elektronegativen, säureähnlichen, diese die elektropositiven, basischen, alkalischen Stoffe anziehen, gleichfalls zersetzend ein. Diese stille und langsame Wirkung, welche die Elektricität unter diesen Umständen ausübt, so wie bei der Verdunstung von Wasser an der Oberfläche der Felsen, ist unstreitig viel wichtiger, als ihre grossartige Einwirkung als Blitz, der schmilzt, verbrennt und zerschmettert.

Dazu kommt endlich noch die zerstörende Einwirkung *organisirter Wesen*. Sobald nur die Gestein-Oberfläche etwas aufgelockert und zersetzt ist, siedeln sich Flechten und Moose darauf an, und die winzigen Infusorien stellen sich in der Verwitterungsrinde ein, diese Zeugen eines selbstständigen Lebens im kleinsten Raum. Die organisirten Wesen keimen, wurzeln und wachsen auf dem angegriffenen Felsen, sterben ab, zerfallen selbst und hinterlassen Reste, die mit den erdigen vermengt den Boden für den Graswuchs darbieten. Wo er angehäuft wird, da keimen die Saamen von Sträuchern und Bäumen. Jedes auf dem Felsen angesiedelte organische Gebilde wirkt zerstörend auf ihn ein.

Solchergestalt wirken mechanische, chemische, elektrische und organische Kräfte auf eine ununterbrochene Zerstörung der Felsenoberfläche hin. Aber aus den zerfallenen Theilen, aus den Trümmern und auf ihnen ersteht ein neues organisches Leben. Die verschiedenartigen unorganischen Gebilde, welche aus der Zerstörung fester Massen hervorgehen, so wie alle jene, die Produkte der uns bekannten, jetzt noch wirkenden Kräfte sind, bezeichnet man mit dem Namen der *gegenwärtigen Bildungen*, und das gleiche soll auch durch die Benennung *Alluvium* bezeichnet werden.

Ackererde. (Terre végétale).

Durch die Verwitterung und Zerstörung der Gesteine entsteht endlich jene lockere, erdige Masse, welche von allen geologischen Gebilden das oberste und jüngste, allverbreitet und mit dem Namen *Ackererde* belegt ist. Als Standort wildwachsender und cultivirter Pflanzen ist sie auch die Vermittler alles organischen Lebens, die den Kreis jener chemischen Wirkungen erhält, die wir gewohnt sind *organische* zu nennen. *Ackerkrume*, *Ackerboden* oder auch schlechtweg *Boden*, sind weitere Namen, die man diesem, wie wir sehen werden, höchst interessanten Gebilde gibt. Der Landwirth unterscheidet die oberste Lage desselben, welche er bei seinen Culturen bearbeitet, mit dem Namen *Ackerkrume* und nennt die tieferen Schichten *Untergrund*. Jene oberste Lage enthält ausser den *unorganischen* Stoffen, welche S. 95 bei ihrer ausführlicheren Beschreibung aufgeführt worden sind, noch insbesondere *organische* Körper, Reste von Pflanzen und Stoffe, welche durch Dünger hinein kommen. Man nennt sie in ihrem eigenthümlich veränderten Zustande, zusammen *humusartige* Stoffe, oder mit einem Wort *Humus*. Die charakteristische *schwarze* Farbe des Bodens rührt davon her.

Nach der Beschaffenheit des Gesteins, aus welchem die Ackererde durch Verwitterung entsteht, zeigt sich ihre Zusammensetzung mehr oder weniger verschieden, und sie wird auch durch den Einfluss des Regens, strömender Gewässer, der darauf wachsenden Pflanzen, durch Einwirkung der Düngmittel so verändert, dass ihre unorganischen Bestandtheile häufig nicht genau der chemischen Beschaffenheit des Gesteins entsprechen, aus welchem sie ursprünglich hervorgegangen ist. In Gebirgsgegenden, an den Ufern der Flüsse, ist sie daher immer von manchfaltiger und nicht selten wechselnder Beschaffenheit, und ihre Fruchtbarkeit ist in der Regel grösser in Vertiefungen, in den Thälern und Niederungen, als auf den Höhen, weil die Wasser Schlamm, Thon, Salze, Humus von diesen herab, jenen zuführen. Die verschiedenen, im Boden vorhandenen anorganischen Stoffe üben einen wesentlichen Einfluss, nicht nur direct auf die darin wachsenden lebenden Pflanzen, sondern auch auf die Art der Zersetzung der abgestorbenen, darin liegenden organischen Reste aus. Daher ent-

spricht einer bestimmten anorganischen Zusammensetzung des Bodens einer Gegend jederzeit auch eine gewisse Vegetation derselben.

Wir sehen in Südholland eine Flora, welche auf eine überraschende Weise mit der Flora der Rheingegenden übereinstimmt; wohl führen die Wasser die Saamen der rheinischen Gewächse dort hinab: allein mit allem Recht schreibt man diese Uebereinstimmung nicht allein diesem Verhältnisse zu, sondern auch der Gleichförmigkeit der von den Rheinwassern angespülten unorganischen Bestandtheile des Bodens.

Eine merkwürdige Gleichförmigkeit in der Zusammensetzung zeigt der „*schwarze Boden*", „*Tschorno Zem*", der die ausgedehnten Niederungen Central-Russlands bedeckt. Wo die Ackererde keinen Ueberschwemmungen, keinen Ueberschüttungen mit Trümmern, Grus etc. ausgesetzt ist, wie, von Gebirgen und grossen Flüssen entfernt, in den Niederungen, da zeigt sie eine beachtenswerthe *Beständigkeit* in den Verhältnissen ihrer Lage, Mächtigkeit und äusseren Formen, durch Jahrtausende hindurch. Celtische Grabhügel, sogenannte Hunnengräber, Runensteine, Druidensteine, die sich in ihrer ursprünglichen Stellung oder Lage in der Ackererde erhalten haben, Reste von Römerstrassen, Lagerplätze aus uralter Zeit (Lager des Attila bei der heutigen kleinen Stadt la Cheppe in der Champagne), die sich in einem vortrefflichen Zustande der Erhaltung bis auf unsere Tage herab zeigen, geben unwiderlegliche Beweise des beinahe unveränderten Zustandes der Ackererde während des Verlaufes von vielen Jahrhunderten. Auch Bäume, die ein sehr hohes Alter erreichen, liefern ähnliche Beweise. In dieser Beziehung zeichnet sich in Deutschland die uralte grosse Linde zu Neustadt am Kocher aus, in Würtemberg, die schon im Jahre 1229 im Lande berühmt war, zu welcher Zeit die zerstörte Stadt Helmbundt in ihrer Nähe wieder aufgebaut und „Neustadt bei der grossen Linde" genannt wurde.*) Eine *Rasendecke* ist vor Allem geeignet den Zuztand der Ackererde auf die längste Zeit hinaus gleichförmig zu erhalten.

*) *Decandolle*, physiologie vegetale p. 988.

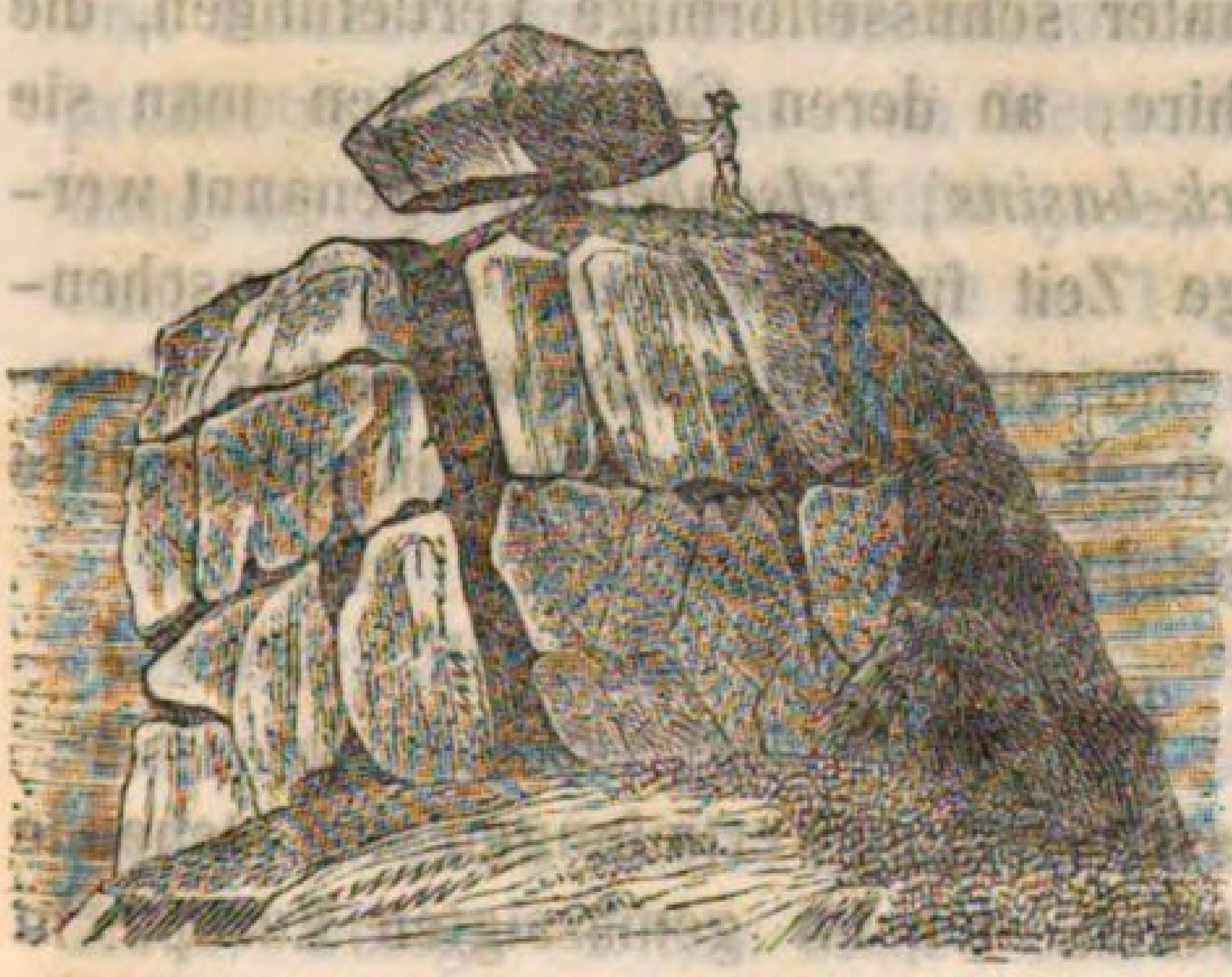
Erscheinungen, die eine Folge der zerstörenden Einflüsse der Atmosphärilien sind.

Den angeführten zerstörenden Einflüssen der Atmosphäre unterliegen, wie bemerkt, mit der Zeit die festesten Gesteine. Dabei werden hervorragende Gesteinsmassen, insbesondere auf den Höhen, auf den Gipfeln und an den Seiten der Berge, am Gehänge der Thäler, am stärksten angegriffen, und nach Beschaffenheit ihrer Zusammensetzung, nach ihren Structur- und Schichtungsverhältnissen, auf mancherlei Weise verändert. Es entstehen die manchfaltigsten Formen, und werden häufig, durch Zerspaltungen und Einstürze, groteske, malerische Felsen gebildet. Das zeigen uns die nördlichen Vogesen, im Thal der Lauter, bei Dahn, und im Thal von Annweiler, bei Trifels, wo die rothen Sandsteine in Gestalten dastehen, die wie Trümmer und Mauerstöcke von Ruinen aussehen; davon geben uns ferner die Felsen von Adersbach in Böhmen, die Sandsteinmassen der sächsischen Schweiz Beispiele, vor allem aber die Alpen, wo durch die starke Aufrichtung der Schichten der Angriff der Atmosphärilien erleichtert und die wunderbarsten Formen hervorgebracht werden.

Zu gleicher Zeit offenbart sich, mit dem Fortschreiten der Verwitterung, bei vielen Gesteinen ihre eigenthümliche, innere Structur, die man während ihres frischen Zustandes nicht wahrnehmen kann. Man beobachtet z. B. die kugelige Structur des Basaltes und Granites, sieht wie sich Schale um Schale von grösseren Kugeln ablöst, erkennt darin den Grund der Abrundung prismatischer oder parallelepipedischer Blöcke und der Aushöhlung ausgesetzter Felsenflächen. Es erklärt sich daraus die Bildung der *Schwanksteine* (Logan-stones) und der *Felsenbecken* (Rock-basins).

Felsen von Granit, mit deutlicher Structur und aus parallelepipedischen Stücken zusammengesetzt, werden durch den starken Angriff, den Ecken und Kanten erleiden, allmählich abgerundet, und nehmen, bei fortschreitender Verwitterung, immer mehr eine runde Form an. Die ebenen Auflagerungsflächen der einzelnen Blöcke werden dabei gewölbt, die Unterstützungspunkte werden vermindert und die Blöcke fallen übereinander, wenn ihr Schwerpunkt nicht senkrecht darauf steht. Unter gewissen Verhältnissen bleiben auch stark abgerundete Blöcke

auf einander liegen, und mitunter liegt einer auf seiner convexen Unterlage so im Gleichgewicht, dass er in Schwingung gesetzt werden kann, ohne herabzufallen, also im wahren Sinne des Wortes ein *schwankender Stein* ist. Man findet solche Schwanksteine vorzüglich auf den Granitbergen von *Cornwall* und *Devonshire*. Mehrere von diesen Steinen sind berühmt, namentlich der *Longan-Rock* am Vorgebirg Castle Treryn in Cornwall, welchen die Druiden als hohen, geheimnissvollen Richter ehrten, worauf der englische Dichter *Mason* anspielt *).



Nebenstehende Figur ist das von Dr. *Paris* gegebene Bild dieses interessanten Steines. Eine am Meeresufer hoch aufragende Gruppe von Granitfelsen trägt auf einer ihrer pyramidalen Spitzen den berühmten Stein. Er hat ein Gewicht

*) Behold you huge
And unknown sphere of living adamant
Which, pois'd by magic, rests its central weight
On yonder pointed rock: firm as it seems
Such is its strange, and virtuous property
It moves obsequious to the gentlest touch
Of him, whose heart is pure, but to a traitor
Tho è'en a giants powers nerv'd his arm
It stands as fix'd as Snowdon.

Seht jenen Riesenstein dort oben!
Die Zauberkraft, die Keiner noch erfasst',
Hat ihn auf schroffen Gipfel hingehoben;
Auf spitzem Fels ruht schwebend seine Last.
Er scheint uns vest, wenn man ihn so erblicket;
Doch birgt er selt'ne, grosse Wundermacht:
Berührt den Stein, wen Herzensunschuld schmücket,
Bewegt er folgsam sich, eh' man's gedacht.
Doch wenn des Frevlers schuld'ge Hand es waget
Zu messen seine Kraft, so wankt er nicht;
Des Riesenarmes spottet er und raget
Wie Snowdon vest, im ew'gen Gleichgewicht.

von 60 Tonnen *), eine sphäroidische Gestalt, und steht in der Richtung seiner kürzeren Achse so im Gleichgewicht, dass, seiner Grösse ungeachtet, die Kraft eines einzigen Mannes hinreicht, ihn in eine oszillirende Bewegung zu setzen.

Auf der Oberfläche von Granitblöcken, die eine innere kugelige, mit schaligen Ablösungen verbundene Structur besitzen, entstehen bei der Verwitterung, auf den derselben vorzüglich ausgesetzten Seiten, mitunter schüsselförmige Vertiefungen, die in Cornwall und Devonshire, an deren Granitblöcken man sie am häufigsten findet, *Rock-basins*, *Felsenbecken*, genannt werden. Man hat sie lange Zeit für ein Werk der Menschenhände gehalten, und sie für ein Werk abergläubischer Ceremonien der *Druiden* ausgegeben, die namentlich in Devonshire früher in grosser Zahl gelebt haben.

Torfmoore.

Wo in becken- und kesselförmigen Vertiefungen sich stehende Wasser aufhalten, da stellen sich im gemässigten Europa in der Regel bald Sumpfmoose und Algen ein, deren zarte Theile sich nach ihrem Absterben zersetzen, und in dem Wasser zum Theil suspendirt bleiben, zum Theil aufgelöst werden, während ein anderer Theil davon zu Boden sinkt. Das Wasser wird nach und nach gelb und braun. Eine Pflanzengeneration ersteht nach der andern, durch die Ueberreste der früheren im Wachsthum begünstigt, und mit der Zeit wird das ganze Wasser von ihren mehr oder weniger zersetzten Theilen erfüllt. Haben die feinästigen und feinblätterigen Pflanzen den Anfang gemacht, und so den stärkeren gleichsam den Boden vorbereitet, so erstehen auch diese, entwickeln sich reichlich, und es erscheint nun eine ausgezeichnete Sumpfvegetation. Vaccinien (Vaccinia), Riedgräser (Carices), Binsen (Scirpi), Simsen (Junci), Schilfrohr (Arundo), Wollgras (Eriophorum), Igelsknospe (Sparganium), und viele andere Sumpfgewächse bedecken nach und nach die ganze Oberfläche. Das flüssige Wasser wird immer mehr und mehr durch die ihm jährlich in reichlichem Maasse zufallenden und sich darin zersetzenden Pflanzenreste gebunden, aufgesogen, und das Ganze bildet endlich ein brei-

*) Eine englische Tonne = 20 englische Zentner, = 1015,649 Kilogramme.

artiges Moor, das fortwährend consistenter wird, an Festigkeit zunimmt, so dass sich endlich auch Sträucher und Bäume darauf ansiedeln. Auf diese Weise werden der Masse auch Holzreste eingemengt, und sie geht in einer Reihe von Jahren in Torf über. Diese, unter den gegenwärtigen Verhältnissen fortgehende Torfbildung, kann man häufig beobachten, und sie wird auch durch in Torfmooren gemachte Auffindungen von Baumstämmen mit unverkennbaren Axthieben, von Kunstproducten, und selbst von Menschen mit erhaltenen Bekleidungen, ausser allen Zweifel gesetzt. Nicht selten findet man auch in der Torfmasse heut zu Tage noch lebende Süsswassermuscheln und Landschneken, Lymneen, Planorben, Paludinen, Helices, Cyclostomen.

Bei der Torfbildung verwandeln sich die Pflanzentheile, Holzfaser, Zellstoff, Stärkemehl u. s. w., unter Einfluss des Wassers und der Luft in eine braune oder braunschwarze Masse, welche man mit dem Sammelnamen *Humus* oder *Moder* belegt. Diese Masse besteht aus verschiedenen Verbindungen, die aus den Pflanzenstoffen dadurch hervorgehen, dass der Sauerstoff der Luft absorbirt wird, wobei durch Abscheidung von Kohlenstoff und Wasserstoff aus den Pflanzenstoffen, Kohlensäure und Wasser gebildet werden. Es entstehen zunächst die Substanzen *Humin* und *Ulmin*, und diese werden durch den fortdauernden Einfluss des Sauerstoffs der Luft nach einander in *Ulminsäure*, *Huminsäure*, *Geinsäure*, *Quellsatzsäure* und *Quellsäure* verwandelt. Diese Verbindungen sind es, welche vermengt mit mehr oder weniger zersetzten Pflanzenresten und erdigen Theilen, die eigentliche Torfmasse zusammensetzen. *Humin* und *Ulmin* sind unlöslich in Laugen; bei dem Uebergang in die drei ersteren Säuren, werden sie darin löslich. Sie können aus den alkalischen Lösungen durch Säuren abgeschieden werden. Man heisst sie *Humussäuren*, da sie jederzeit einen Hauptbestandtheil des *Humus* ausmachen, und um sie von den beiden letzteren Säuren, von der *Quellsatzsäure* und der *Quellsäure* zu unterscheiden, welche sich zwar in Laugen auflösen, durch Säuren aber aus diesen Auflösungen nicht abgeschieden werden, und die wir *Quellsäuren* heissen, da sie vielfältig in Quellen vorkommen.

Im sogenannten *Baggertorf* fehlen der Form nach erhaltene organische Reste beinahe gänzlich. Es ist dies ein Torf-

schlamm, weich wie Brei, der beim Trocknen sehr fest und compact wird. Er setzt in Holland (Gegend von Utrecht, zwischen Haag und Rotterdam) grosse Torfländer zusammen, aus welchen er durch Ausfischen (*Baggern*) gewonnen wird. Auch im Münsterschen, im Lingenschen und im Departement du Pas-de-Calais in Frankreich wird Torf gebaggert. Man schätzt diesen Torf als ein vorzügliches, reines und alle anderen Torfarten weit übertreffendes Brennmaterial.

Die übrigen Torfarten enthalten sämmtlich wohl erkennbare vegetabilische Reste, die, nach den klimatischen Verhältnissen des Landes und nach der Höhe über dem Meere, verschieden sind. Es sind Land- und Sumpfgewächse; selbst in den Torfmooren, die unter dem Niveau des Meeres liegen, erinnert nichts an Seegewächse. Meeresgewächse finden sich im Torfe nur an Orten, die während der Existenz des Menschengeschlechtes noch den Einflüssen des Meeres ausgesetzt waren; so sah Fabricius den Torf der Halbinsel Oereland sich noch an der Küste aus Meerespflanzen erzeugen, und am Strande der Ostsee sind an der Küste von Mecklenburg, ganze Lager sich zersetzender Seealgen bekannt, aus deren einem die Schwefelquelle bei Doberan entspringt. In der schwedischen Provinz Schonen wird zu Tellenborg, unter dem Meeresspiegel in Untiefen entstandener Torf gewonnen, der aus Seegewächsen besteht. Die Oberfläche des Torfmoores bei Greifswalde erhebt sich kaum über den mittleren Wasserstand der See, und wird nicht selten bei Ost- und Nordostwinden von den hohen Fluthen überflossen. Es wachsen auf ihm *Scirpus maritimus* und *Glaux maritima.* Man sollte glauben, es würden sich in demselben Tange und andere Seeproducte finden. Allein v. Chamisso hat hier eben so wenig, als in dem Torfe von Linum bei Potsdam, Meeresgewächse gefunden. In einer Tiefe von 9 Fuss unter dem mittleren Wasserstand erkannte er ganz bestimmt *Hypnum trifarium* und *aduncum;* der Same von *Menyanthes trifoliata* wird von geringerer Tiefe bis zur Sohle angetroffen, und im unterliegenden Sande liegt noch wohl erhalten der Same von *Scheuchzeria palustris.*

Sehr oft liegen in den Torfmooren Baumstämme, am häufigsten von Eichen, Fichten, Erlen und Weiden. Die Stämme sind mitunter plattgedrückt, brennen nach dem Trocknen öfters noch leicht und hell, und können, wie in Pommern und

Ostpreussen, fein gespalten zu Lichtspähnen verwendet werden. Seltener findet man Knochen von Ochsen, Hirschen, Pferden, Rehen, Schafen u. e. a., auch Reste von Schildkröten. Einige der im Torfe aufgefundenen Thiergattungen leben heute nicht mehr, wie z. B. der grosse Ochse (Bos primigenius), der im Torfmoor der badischen Saline Dürrheim gefunden worden ist, so wie das riesenhafte Elennthier, das man in irischen Torfmooren gefunden hat (Cervus giganteus). Doch scheint dieses noch mit dem Menschen gelebt zu haben, da man in Lancashire Knochen davon in Torfmooren fand, worin auch roh gearbeitete Boote entdeckt wurden. Im Rheinthal sieht man aber Reste dieses Thiers auch in derselben Gebirgsbildung (Löss), worin Reste von Elephanten liegen, die in Europa bekanntlich nicht mehr leben. Das Riesenelenn hat also die Catastrophe überlebt, bei welcher die Elephanten in Europa vertilgt worden sind. Einige von den Thieren, deren Knochen im Torfe liegen, leben zwar heute noch, aber nicht mehr an den Orten, wo man ihre Reste findet; so die Schildkröten (Emys turfosa *v. Meyer*), die im Torfe von Dürrheim auf dem Schwarzwald vorkommen, und der Auerochs, dessen Gebeine in den schonischen Torfmooren begraben sind.

Sehr häufig finden sich im Torfe die Baumstämme, die sämmtlich jetzt lebenden Bäumen angehören, grösstentheils umgestürzt, und mit dem Gipfel alle nach einerlei Richtung, häufig nach Südost liegen. Wahrscheinlich wurden sie von Stürmen, die letzteren von Nordwest-Stürmen umgerissen. Es kommen unter ihnen viele künstlich gefällte Stämme vor, mit kenntlichen Axthieben. In dem Torfmoore bei Greifswalde stehen in der Tiefe von ungefähr 5 Fuss unter dem mittleren Wasserstande der Ostsee, eine Menge aufrechter Baumstubben, deren Stämme abgestorben oder abgebrochen sind. Sie rühren nicht von gleichzeitig vorhanden gewesenen Bäumen her, die derselben Zerstörung unterlagen, sondern sie wurzelten in verschiedenen Schichten des Torfs, die einen über den verjährten Resten der anderen. Am häufigsten finden sich Ueberreste von Eichen, Fichten, Erlen und Weiden.

Von besonderer Wichtigkeit ist der Gehalt an *Wasserkies* oder *Eisenvitriol* durch den sich zuweilen der Torf auszeichnet, der dann *Vitrioltorf* genannt wird. Ein solcher Torf

findet sich in mehreren Gegenden Oberschlesiens. In dem Torfe zwischen den Dörfern Münsterberg und Neisse ist, nach H. v. Buch, die vitriolische Beimengung so stark, dass der Vitriol schon in dem Moore, in offenen Räumen der Torfmasse anschiesst. Zwei Vitriolhütten benützen diesen Torf. Man lässt ihn 2 bis 3 Monate in bedeckten Schuppen liegen; der Kies verwandelt sich während dieser Zeit in Vitriol, und nun wird zum Auslaugen geschritten. Die grosse Reinheit des Vitriols und die Wohlfeilheit der Gewinnung, da Brennmaterial und Erze sich unmittelbar neben einander finden, macht diese Hütten wichtig, in denen jährlich gegen 8000 Zentner Vitriol gewonnen werden. Auch am Bleiberge in der Eifel, unweit Torgau an der Elbe, und in der Nähe von Helmstädt liegen Vitrioltorfe, die von Hütten benutzt werden.

Blaue Eisenerde kommt fast in allen Torfmooren vor, namentlich in Sachsen, Preussen, Pommern, Hannover, und in den Mooren bei Bremen. In süddeutschen Mooren ist sie seltener. Im Lippeschen hat man Stücke von Holz, beinahe gänzlich in blaue Eisenerde umgewandelt gefunden. In einem Harzer Torf soll Kupfer gefunden worden sein. Das Vorkommen dieses Metalles ist sehr wahrscheinlich, da wir wissen, dass es in vielen vegetabilischen Producten vorhanden ist. In der Gegend von Osnabrück und Altenburg hat man Retinasphalt im Torfe gefunden.

Die thierischen Ueberreste erhalten sich in den Torfmooren ausserordentlich lang, in Folge des Ausschlusses der Luft und der ausgezeichneten antiseptischen Eigenschaft der Torfmasse, die ihren Grund in der Wirkung der Humussäuren und in der Gegenwart einer reichlichen Menge Kohlensäure haben mag. Man findet wohlerhaltene Knochen von Pferden, Hirschen, Rehen, Ochsen, Auerochsen, Rennthieren, Elenthieren, Schaafen, Schweinen (Sus scrofa), Bibern u. s. w. In den Irländischen Torfmooren werden häufig Knochen eines colossalen Dammhirsches gefunden, der ausserordentlich grosse Schaufeln trägt, und gegenwärtig nicht mehr in Europa lebt. Er wurde wegen seiner grossen Geweihe auch (S. S. 341) *Cervus megaceros* benannt. Die königliche Sammlung zu Dublin bewahrt ein ganzes Skelett eines solchen Hirsches. Es hat 6′ 6″ Höhe, 10′ 10″ Länge; jede Schaufel misst in der Länge 5′ 9″, ihre grösste Breite 2′ 10″; der grösste Abstand der Enden beträgt 11′ 10″ engl.

Auch Ueberreste von Menschen sind schon öfters, und zwar in einer Tiefe von mehreren Fussen gefunden worden. In einem ostfriesischen Torfe hat man 1817, unter ordnungslos durch einander liegenden Baumstämmen einen wohl erhaltenen, menschlichen Leichnam, in der unversehrten Tracht eines alten Friesen gefunden. In der untersten Schicht eines englischen Torfmoores fand man die ganze Gestalt eines menschlichen Körpers, der in schlafender Stellung, den Kopf auf dem Arm, lag; die Muskeln waren ganz, die Knochen zum Theil vergangen. In einem Moore von Lincolnshire entdeckte man 1747 den Leichnam einer Frau, der nach der Form der Sandalen viele Jahrhunderte da gelegen haben musste. Haare und Nägel waren frisch, wie bei einem lebenden Körper, die Haut weich und ohne Falten, aber braun gefärbt.

Werke von Menschenhand werden häufig gefunden. Auf der Sohle des Torfes von Lacher, bei Dumfries in England, wurde 1804 ein phönicisches Boot und ein römisches Maass gefunden; ferner ein lederner Beutel mit Silberstücken, aus der Zeit der sächsischen Heptarchie; ein Topf und eine Giesskanne von römischer Arbeit. In Schottland und England wurden römische Strassen unter dem Torfe gefunden; in dem Torf von Linum eine kleine Axt von Feuerstein und eine Pfeilspitze aus demselben Material. Die Axt ist geschliffen, die Pfeilspitze durch Absplittern des Steins verfertiget; eine schwierige Kunst, welche bei den rohen Völkern, die heute noch solche Waffen führen, wie bei den Aleuten, nur von einzelnen Geschickteren ausgeübt wird. Vor mehreren Jahren fand man in der Provinz Drenthe, in den Niederlanden, unfern des Klosters Apel, unter 2 bis 4 Fuss Torf, die lange hölzerne Brücke wieder, die Germanicus, bei seinem Zuge nach Teutschland, schlagen liess.

Die Unterlage der Torfmoore besteht entweder aus einer wasserdichten Thonmasse, oder aus einem geschlossenen festen Gesteine.

In den Niederungen liegen die Torfmoore auf Lehm oder Thon, und im Gebirge auf quarzigen, häufig auch auf quarz- und feldspathführenden Gesteinen, bei deren Verwitterung Thon hinterbleibt, und auf solchen, die wie der Thonschiefer, der Thonstein, aus einer festen Thonmasse bestehen. Sandstein, Granit, Gneis, Thonschiefer, sind häufig davon bedeckt. Da-

gegen sieht man seltener Torf auf Kalkstein oder Kalkmergel. Der Jura, die Kalkalpen sind arm an Torf, und ebenso die Kalkplateaus im nördlichen Teutschland.

Die der Torfbildung günstigen Bedingungen sind besonders in den Niederungen vorhanden, da wo in Flussthälern, in den Umgebungen von Seeen, Versumpfungen eintreten, und im Gebirge an solchen Stellen, wo auf Hochflächen, in Hochthälern und auf Terassen, bei der Verwitterung der Gesteine thonige Lagen entstehen, welche die Wasser halten, und zu stagnirenden Wasseransammlungen Gelegenheit geben. Es haben daher Flachland und Hochland Torf. Auf dem Schwarzwalde sieht man ihn auf dem Feldberge in einer Höhe von 4000 Fuss auf Gneis; bei Höhenschwand in einer Höhe von 3000 Fuss auf Granit; auf den Hornisgründen in einer Höhe von 3600 Fuss auf Sandstein ruhen. Auch im Riesengebirge, Erzgebirge, Harz, im Thüringerwald und in den Vogesen sind mehrere der höchsten Gebirgspunkte von Torf bedeckt. Ausserordentlich verbreitet ist er in den Niederungen; in Deutschland namentlich in der grossen norddeutschen Niederung, die sich von Holland bis nach Russland zieht, und in der ausgedehnten Baierischen Ebene, die längs dem Inn sich ausbreitet. In der gemässigten und kalten Zone kommt mehr Torf vor, als in heissen Ländern.

Das Nachwachsen des Torfes ist durch viele Thatsachen bewiesen. Statt aller stehen hier nur zwei wohl constatirte Beispiele des Nachwachsens. Von dem der Stadt Hannover gehörigen Theile des Alt-Warmbrücher Moores hat man die bestimmtesten Nachrichten, dass es gegenwärtig zum zweitenmal abgestochen wird; der Torf, der dort etwa 10 bis 12 Fuss hoch steht, wovon nur 8 Fuss weggenommen werden, hat sich erweislich in 50 Jahren wieder erzeugt, und schon jetzt ist der vor 30 Jahren abgestochene Theil, auf's Neue, mit 4 bis 5 Fuss hoher Torfmasse bedeckt. Das Moor hat dadurch die Gestalt einer schiefen Ebene erhalten, deren tiefster Punkt auf den jetzigen, der höchste auf den ältesten Torfstichen liegt. In abgestochenen Torfmooren der *Bodensee-Gegend* hat sich in den Gemarkungen von Gundolzen und Itznang, gegenüber Radolphzell, in einem Zeitraume von 24 Jahren, eine neue Torfmasse von 3 bis 4 Fuss Stärke gebildet. Abgestochene Torfmoore können bei günstiger Lage durch

Einleiten von Schlammwasser bald wieder ausgeebnet und in Wiesenland oder Ackerfeld umgewandelt, häufig auch mit Nutzen zu einem Erlenbestande hergestellt werden. Es ist klar, dass die Umstände leicht erkannt und benutzt werden können, unter denen die Torfbildung vor sich geht. Man wird daher gut thun, die Torfmoore einer regelmässigen, forstmännischen Bewirthschaftung zu unterwerfen, und dafür zu sorgen, dass sie stets in dem Zustande einer gleichförmigen Feuchtigkeit erhalten werden, dass die vegetabilische Decke nicht zu fremden Zwecken weggeführt, und so das wesentlichste Material zur Torfbildung entzogen werde. Unter den Pflanzen, welche im Alt-Warmbrücher Moore den Torf erzeugen, hat H. Hoffmann, dem wir die Nachricht von dem angeführten Moore verdanken, *Scirpus cespitosus, Erica Tetralix, Andromeda polyfolia* und mehrere *Vaccinien* erkannt.

Die Irländischen Torfmoore, welche sich durch häufiges Vorkommen von ganzen Eichen auszeichnen, welche oft vollkommen gut erhalten, und in dem Moorwasser so erhärtet sind, dass man Möbel und Treppen davon verfertiget, waren in neuerer Zeit der Schauplatz merkwürdiger Erscheinungen. Wahre Revolutionen dieser Moore, *Ausbrüche* derselben haben die Bewohner erschreckt. Die meisten Torflager befinden sich in Irland an Orten, wo vormals Wälder standen. Daher das häufige Vorkommen von Baumstämmen unter denselben. Oft schwillt das darüber liegende Torflager mit erstaunlicher Schnelligkeit auf, und bildet Hügel, die sich um ein Beträchtliches über die benachbarten Wälder erheben. Die Hauptursache dieser schnellen Erhebungen der Moore liegt darin, dass sie bei anhaltendem starken Regen aufschwellen, wie ein Schwamm, wobei sie durch eindringende Wasser mitunter blasenartig in die Höhe gehoben werden. Berstet in solchen Fällen die Blase, so ereignen sich, insbesondere durch die Mitwirkung einer ganz enormen Gasentwickelung, welche die Zersetzung so colossaler Massen vegetabilischer Reste begleitet, Ausbrüche der Moore, wodurch ungeheure Schlamm-Massen in Strömen ausgegossen werden, die weithin verwüstend wirken. Die Landleute suchen die Moore mehr und mehr anzubauen, und es gibt deren schon viele, die ganz für den Ackerbau, oder als Wiesen und Weiden benutzt werden. Unterlässt man es, auf solch einem urbar gemachten Moore,

tiefe und breite Wassergräben zu ziehen, so sammelt sich in nassen Jahren auf seinem Grunde eine grosse Wassermasse, die von dem Torfe am Aufsteigen gehindert, einen unterirdischen Abfluss sucht, und dadurch die Felder häufig erst untergräbt, dann auflüpft, zuletzt durch einander wirft. Oft wird Alles, was sich auf der Oberfläche dieser, durch Cultur verdeckten Moore befindet, Häuser, Menschen und Vieh verschlungen. Aus Tulamoore wurde unterm 8. Juli 1821, über ein in Bewegung gerathenes Torfmoor, Folgendes geschrieben: „Eine Erscheinung, die langsame, aber unaufhaltsame Fortschritte macht, verbreitet Schrecken und Verderben über diesen Theil des Landes. Sie hat sich zum Erstenmal am 25. Juni, Abends, gezeigt; man spürte eine starke Bewegung, und auf mehrere Meilen weit schien das Innere der Erde in Aufruhr. Die Erschütterung war mit einem starken, fernen Donnergetöse begleitet. In der Gegend von Kilnalady that sich das Erdreich auf, und warf einen starken Strom einer moorigten Substanz aus, der unter gewaltigem Getöse sich reissend weiter stürzte. Zwar befindet sich in der Gegend, von welcher dieser Strom ausging, jetzt nur ein kleines Moor; aber die Wiesen und Felder umher waren ehemals lauter Moore. Innerhalb einer Viertelstunde waren dreihundert Aecker Landes von dem Strome verwüstet. Alles, was ihm im Wege stand, Häuser, Bäume, Wälder wurden fortgerissen. Die Einwohner flohen. Die Oberfläche des Stromes gewährte den Anblick eines in Gährung befindlichen Bieres, das überlaufen will. In einigen ebenen Gegenden hatte der Strom eine Tiefe von 60 Fuss. Man glaubte anfänglich, er rolle nur oben hin, aber es zeigte sich bald, dass er den Boden aufwühle. Er riss auf den Feldern grosse Massen weg, die er oft zwanzig Fuss weit schleuderte. Schon sind vier Meilen Landes verwüstet. Drei tausend Menschen waren beschäftigt, einen sieben Fuss hohen, breiten Damm aufzuwerfen; aber der Strom brach durch. Wahrscheinlich eröffnet sich die Masse, bei Turbe-Kilrusch, einen Ausfluss in's Atlantische Meer."

Im Jahr 1836 ereignete sich ein Ausbruch von einem Theil des grossen Sloggen-Moores, des ausgedehntesten im nördlichen Irland, wobei ein Schlammstrom sich verwüstend eine Meile weit bis in das Bett des Maineflusses wälzte, durch dessen Wasser er endlich fortgerissen wurde.

An sehr vielen Orten kommt unter, über und zwischen Torf ein weisslicher oder aschgrauer Kalkmergel vor, den man *Wiesenmergel* nennt. Er ist im trockenen Zustande staubartig und sehr leicht; so lange er aber feucht ist, schmierig. Man findet in ihm oft Reste von Sumpfpflanzen und Süsswasser-Conchylien. Er wird häufig zum Mergeln der Felder, in Pommern und Mecklenburg auch in Kalkbrennereien benutzt. Man streicht ihn, so lange er weich ist, in Ziegelform, lässt ihn trocknen, und brennt ihn hierauf zu Mauerkalk

Oede und traurig ist der Anblick eines grossen Torfmoors. Auf mehrere Meilen dehnt sich die braune, ebene Fläche aus. Stundenweit kein Baum, kein Strauch; hier und da ein Büschel Heidekraut, oder leichenfarbige Binsen und Gräser. Die Oberfläche, feucht und schwammig, kann häufig nur in der trockensten Jahreszeit, oder wenn alles von Frost erstarrt ist, überschritten werden. Aus einem schwarzen Schlamme ragen zuweilen einzelne Heidenbüschel hervor, und jetzt kommt der Wanderer nur durch, wenn er von einem zu dem anderen springt. Kein frischer Grashalm erfreut das Auge, und die Stille unterbricht nur der klagende Laut des einsamen Moorhuhns.

Die vorzüglichsten Torflager *Badens* liegen theils an den Ufern des *Bodensees*, theils auf den Höhen des *Schwarzwaldes*, theils am westlichen Fusse des Gebirges und in der Ebene des *Rheinthals*. Am Bodensee heisst man die Torfmoore *Riede*. Auf dem *Wolmatinger* Ried bei Constanz, auf dem *Ueberlinger* und *Gundolzer* Ried bei Radolphzell wird seit vielen Jahren Torf gestochen. Die wichtigsten Torflager befinden sich auf dem Schwarzwalde, in der Gegend von *Rickenbach*, *Willaringen*, *Höhenschwand*, *Lindau*, *Ibach* u. s. w., wo grosse, mächtige Moore des vortrefflichsten Torfes liegen; sodann am Feldberg, Köhlgarten — am Fusse desselben liegt der Nonnenmattenweiher, mit einer schwimmenden Torfinsel — bei Donaueschingen, Dürrheim, Schwenningen, im Donauthal zwischen Geisingen und Möhringen, in den Jurathälern der Aitrach am Randen, bei Langenstein, Mösskirch u. s. w., im Molasse-Gebiet bei Pfullendorf, auf den Höhen über Tryberg, am Kniebis, auf den Hornisgründen, an der Herrenwiese und auf dem Gebirgsjoche zwischen dem Murg- und Enzthal. An mehreren der genannten Orte liegt er 15 bis 20 Fuss tief. Bei Dürrheim, in der Nähe des Kaltenbrunnen bei Gernsbach und bei Hockenheim hat man in ihm Ueberreste colossaler Ochsen gefunden. Im Torf von Dürrheim kommen auch sehr häufig Planorben und Helices vor; hier finden sich auch die Reste der

Torfschildkröte (Emys Turfosa), sowie Reste vom Pferd, Hirsch, Reh, von zwei mausartigen Nagern, von Vögeln und von Fröschen.

Im Rheinthale liegen Torfmoore zwischen Breisach und Burgheim am Kaiserstuhl, zwischen Oberschaffhausen, Neuershausen, und Breisach, im Moos bei Freiburg, bei Ulm und Memprechtshofen, und mehreren anderen Orten in der Nähe des Rheins; bei Steinbach, in den sumfigen Niederungen zwischen Karlsruhe, Schwetzingen und dem Rhein, im alten Neckarbette bei Ladenburg und Weinheim, und bei Hemsbach, Leutershausen u. s. w. im Odenwald.

Die Gebirgstorfe sind immer reiner, als die Torfe der Niederungen und des Flachlandes, da sie keinen Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, welche die Torfmoore der tieferen Lagen so oft treffen, und mit Sand und Thon verunreinigen. Es gibt Hochgebirgstorfe auf dem Schwarzwald, welche so rein sind, dass sie nicht ganz 1 Procent Asche hinterlassen. Im Rheinthal sind die Torfe niemals so rein und häufig in solchem Verhältnisse mit erdigen Theilen vermengt, dass sie 20 und mehr Procent Asche hinterlassen.

Quellen der Torfmoore.

Nicht selten fliessen *Quellen* aus Torfmooren ab. Ihr oftmals ganz farbeloses Wasser unterscheidet sich augenfällig von den gelben oder braunen *stehenden* Wassern der Moore. Gewöhnlich sind diese Quellen *eisenhaltig*, bei einem kleinen Gehalt an *Kohlensäure* und einem niemals fehlenden Gehalt an *Quellsäure*, so dass wir in ihnen stets die Gegenwart von *quellsaurem Eisenoxydul* annehmen müssen. Der Geruch gibt öfters auch Schwefelwasserstoff zu erkennen. Der Ocker, den sie absetzen, besteht der Hauptmasse nach aus quellsatzsaurem Eisenoxyd.

Untermeerische Wälder.

An mehreren Punkten der Erdoberfläche, namentlich an der Küste von England, Schottland und Frankreich, liegen mit Torf vermengte Ansammlungen von Holzstämmen und anderen vegetabilischen Resten, in Lagen, die sich unter dem gegenwärtigen Wasserstande der Meeresfluth befinden. Diese Anhäufungen werden daher zur Ebbezeit, oder beim Angriff des Strandes durch die Wellen, entblösst. Man hat sie, ihrer Lage und Zusammensetzung wegen, *untermeerische Wälder* genannt. Die Baumstämme sind mit den jetzt noch wachsenden völlig identisch, können aber nicht an diesen Stellen bei einem

Meeresstande gewachsen sein, der mit dem heutigen übereinstimmt. Die Bäume wuchsen auf einem trockenen, vom Meere nicht bedeckten Boden, der sich entweder später gesenkt hat, oder welcher in Folge eines späteren Steigens des Meeresniveaus gegenwärtig überfluthet wird.

Die Stämme liegen öfters mit ihren Gipfeln alle nach einerlei Weltgegend gerichtet, ihre Lagen haben das Ansehen von Windbrüchen, und es ist nicht zu zweifeln, dass die Bäume, von denen sie stammen, durch Stürme niedergeworfen worden sind. Neuere Ereignisse bestätigen diese Annahme. In der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts wurde unweit Lochbroom in Rossshire, Schottland, ein Wald durch einen Orcan umgeworfen. Fünfzig Jahre später stellte er schon eine mit Stämmen untermengte Torfmasse dar. Ein Wald bei Drumlanrig, der im Jahr 1756 durch einen Orcan niedergeworfen wurde, ist ebenfalls nunmehr ein mit Baumstämmen erfülltes Torfmoor. Birken, Fichten, Eichen, Erlen, lassen sich in diesen Ablagerungen deutlich erkennen, und oft sind die Wurzeln noch ganz in ihrer natürlichen Stellung, die Stämme dagegen wie umgefallen.

Ausgedehnte solche untermeerische Wälder liegen an der Westküste von England, in den Niederungen zwischen dem *Mersey-* und *Deeflusse* in Cheshire, an den Küsten von Schottland im *Firth of Forth*, an der Südwestküste von Cornwall, in der *Mountsbay* bei *Penzance*, auf *Mainland* in den Orkneiinseln, in der Bay of Fundy in Neuschottland und an der Ostküste von Australien.

Liegen diese Anhäufungen von Baumstämmen selbst zur Zeit der Ebbe unter dem Meeresspiegel, so müssen wir annehmen, dass seit ihrer Bildung eine Niveauveränderung zwischen der See und dem Lande, und ein *Sinken* des Landes stattgefunden habe. Erscheint ihre Lage aber nur zur Fluthzeit tiefer als der Meeresspiegel, so können sie in Folge von Anschwemmungen und Dünenbildungen entstanden sein, und man braucht weder ein Sinken des Bodens noch ein Steigen des Meeres zur Erklärung ihrer Lage anzunehmen, da sich, wie wir wissen, hinter Sandablagerungen und Dünen an den Küsten häufig stagnirende süsse Wasser bilden, in welchen sich eine Sumpfvegetation einstellt, welche nach und nach die

Wasserbecken ausfüllt, und zur Bildung von Torf oder sogenannten untermeerischen Waldungen das Material liefert.

Raseneisenstein.

Syn. Fer limoneux; Bog Ironore.

In der nächsten Beziehung zum Torfe steht der *Raseneisenstein*, welcher bald auf, bald unter, bald zwischen demselben liegt, oder von Sand bedeckt, oder auf Sand und Thon ruhend, in der Nähe von Mooren vorkommt. Auf die nahe geognostische Verwandtschaft des Torfes mit dem Raseneisenstein deuten, nach H. Schulz, vorzüglich die Münsterschen und Lingenschen Niederungen hin, wo die Raseneisenstein-Streifen unmittelbar an kleine Torfflächen stossen, und bis in die kleinen Seen fortsetzen, aus denen Torf gebaggert wird. Die Wechsellagerung mit Torf reicht allein schon hin, seine Stellung zu erkennen.

Der Raseneisenstein bildet theils regelmässige Bänke, oder einzelne dichte, rundliche Knauer, oft auch feste Schalen und grobe Körner (Graupen), theils poröse, löcherige Massen. Er ist in der grossen norddeutschen Ebene, in der Lausitz und in Niederschlesien sehr verbreitet. In Schweden findet er sich vorzüglich auf dem Grunde vieler Landseen, namentlich in Smaland. Hier liefern ihn der Granarp-, Ackern-, Flen-, Salen-, Asen-, Flaten- und Kornberga-See u. m. a.; im nördlichen Russland kommen die Seeerze auf ähnliche Art und in grosser Menge vor. Eine sehr grosse Anzahl von Eisenhütten ist auf die Benutzung des Raseneisensteins angewiesen. H. Hausmann sagt: „So gross auch die Quantitäten von Seeerz sind, die in Schweden jährlich zur Speisung der Hochöfen ausgefischt werden, so wird doch keine merkliche Abnahme daran bemerkt; vielleicht ein Beweis, dass die Erzeugung dieser Miner noch immer fortdauert." Die Fortbildung des Raseneisensteins unterliegt wohl keinem Zweifel; allein sie geht, wie es scheint, nur sehr langsam vor sich. Man hat vielfältig Gelegenheit sie zu beobachten.

Bei der Zerstörung vegetabilischer Substanzen, die eisenhaltig sind, oder die mit eisenführenden Gesteinen in Berührung stehen, werden immer Verbindungen der entstandenen Humus-, der Quell- und der Quellsatzsäure mit Eisenoxydul

gebildet, welche sich an der Luft mit dem höher oxydirten Eisen als Ocker ausscheiden, nach und nach erhärten, und auf diese Weise die verschiedenen Abänderungen von Raseneisenstein darstellen, die unter den Namen von Sumpf-, Wiesen- und Morasterz bekannt sind. In diese Ockerabsätze werden auch die in den Mooren und in schlammigen Wassern lebenden *Infusorien* eingeschlossen, namentlich die rostfarbige *Gallionella ferruginea,* deren eisenhaltige Kieselpanzer den ockergelben Schlamm bilden, welchen man so häufig in den stehenden Wassern der Moore sieht. Mitunter bilden sie den grössten Theil der Raseneisenstein-Masse, so dass man ihnen einen wesentlichen Antheil an der Bildung dieses Erzes zuschreiben muss. Auch der Phosphor- und Schwefelsäuregehalt der organischen Substanzen wird vom Eisen gebunden, und es enthalten die Raseneisensteine desshalb immer auch einige Procente dieser Säuren. Auf diese Art erklärt sich das häufige Vorkommen dieses Eisensteins in Torfmooren, Morästen, stehenden Wassern, wie z. B. auf dem Grunde vieler kleinen schwedischen Seen, so wie in Niederungen, wie in der Lausitz, im Münsterschen und Lingenschen, woselbst die Raseneisenstein-Ablagerungen in nächster Beziehung zum Torfe stehen, und selbst mit ihm wechsellagern. Auf eine ähnliche Weise mögen diese Erze früher in anderen Niederungen entstanden sein, wo gegenwärtig keine Torfbildung, oder keine Zersetzung grösserer Massen organischer Substanzen mehr vor sich geht, wo aber die ganze Beschaffenheit des Bodens und der Erze auf ähnlichen Ursprung hindeutet. So ist der Raseneisenstein, welcher auf den Savanen des nördlichen Kordofans in ausserordentlicher Menge abgelagert ist, und in einem eisenschüssigen Sande liegt, nach Russeggers Beobachtungen voll vegetabilischer Reste, die zum Theil unverändert, zum Theil in Erz umgewandelt sind.

Man benutzt den Raseneisenstein zum Eisenausschmelzen, erhält aber, wegen seines Phosphorsäuregehaltes, aus ihm gewöhnlich ein schlechtes, kaltbrüchiges Eisen. Auffallend genug, dass die Araber, welche, nach Russeggers Bericht, das Erz in Kordofan auf die allerroheste Weise, in kleinen Sandgruben mit Holzkohlen, unter Anwendung eines erbärmlichen Blasebalges, ausschmelzen, daraus ein sehr gutes, geschmeidiges Stabeisen bereiten.

Von der beschriebenen Bildung des Raseneisensteins ist eine andere, noch fortdauernde, von A. Kindler beobachtete, Bildung von Eisenerz, eine Art *Bohnerz-Bildung*, nur wenig verschieden. Wo Nadelhölzer auf eisenhaltigem Sandboden wachsen, da ziehen die Wurzeln, indem durch den Vegetationsprozess eine eigenthümliche Säure aus ihnen in den Boden übergeht, die Eisentheile aus dem Sande aus. Das Wasser führt die Eisenlösung an tiefere Punkte herab, und setzt an der Luft, und wenn es über Moose rieselt, eine grosse Menge eines gelatinösen Eisenoxydschlammes ab, der, wenn die Quellen durch Regen anschwellen, weggespült, und in den benachbarten Niederungen als eine Schlammschichte abgesetzt wird. Versiegen die Wasser, so trocknet sie aus, sie trennt sich in ungleich grosse Stücke, deren Ränder sich bei stärkerer Austrocknung heben, und es bilden sich hohle Scheiben, deren nasser Mittelpunkt noch am Boden festsitzt. Der erste kräftige Windstoss reisst diese Scheiben los, rollt sie über den Boden weg, und es entsteht so eine hohle Kugel, eine Art Bohnerz, das vom Winde verbreitet wird. Der Hauptunterschied bei der Bildung des Raseneisensteins und dieser Erze scheint also nur darin zu liegen, dass bei jenen keine solche Austrocknung stattfindet.

Alle Raseneisensteine liefern ein schlechtes, gewöhnlich kaltbrüchiges Eisen. Man wendet sie daher in Gegenden, wo man andere Eisenerze erhalten kann, nicht an. Dennoch hat das aus Raseneisensteinen erzeugte Eisen einige eigenthümliche Vorzüge, wenn der Phosphorgehalt nicht zu gross ist. Als Roheisen füllt es die Formen gut aus, gibt glattflächige Gusswaaren, und ist daher bei allen solchen Gussstücken sehr anwendbar, von denen nicht die grösste Festigkeit verlangt wird. Als Stabeisen lässt es sich in allen Hitzgraden vortrefflich bearbeiten, und gibt ein sehr dichtes Eisen, welches hoher Politur fähig ist. Zu Verzierungen und zu allen Arbeiten, bei denen der möglichst grösste Grad der Festigkeit nicht Hauptbedingung ist, wird es daher dem zäheren und sehnigen Eisen vorzuziehen sein. Auf ein festes Eisen kann aber das aus Raseneisenstein erblasene Eisen in der Regel nicht Anspruch machen. Schon längst ist man bemüht gewesen, den Kaltbruch des Eisens, insofern er vom Phosphor herrührt, zu verbessern. Die mehr oder weniger vollständige Abscheidung des Phosphors bei der Frischarbeit in den Heerden hängt vorzüglich von zwei Umständen ab. Einmal von der mehr oder weniger vollständigen Umänderung des Phosphors in Phosphorsäure durch die Gebläseluft, und dann von

dem Grade, in welchem die Reduction der schon entstandenen Phosphorsäure zu Phosphor verhindert wird. Um den ersten Zweck zu erreichen, bringt man alle Theile des Eisens sorgfältig vor den Strom der Gebläseluft; den zweiten Zweck erreicht man ziemlich vollständig durch einen Zusatz von kohlensaurem Kalk, der die gebildete Phosphorsäure bindet. Alles Stabeisen, welches mit Kalkzusätzen aus Raseneisenstein-Roheisen gefrischt wird, enthält etwas Calcium. Ein Gehalt von 0.1 Procent Calcium macht dasselbe noch nicht hadrig, und vermindert die Schweissbarkeit noch nicht bedeutend; bei einem Gehalt von 0.17 Procent Calcium sind diese Fehler aber schon sehr merklich. Der Phosphorgehalt kann dagegen bis zu $^2/_3$ Procent anwachsen, ohne dass sich das Eisen bedeutend kaltbrüchig zeigt. Man muss sich daher vor einem allzugrossen Kalkzusatz hüten. Viele andere Körper wirken, nach H. Karsten, in ungleich geringerer Beimischung, weit nachtheiliger auf die Festigkeit des Eisens ein, als der Phosphor. Das auffallendste Beispiel bietet der Schwefel dar. Stabeisen, welches kaum 0,04 Procent, d. h. in 10,000 Theilen noch nicht völlig 4 Theile Schwefel enthält, wird schon in einem so hohen Grade rothbrüchig und unschweissbar, dass es sich nicht mehr ausschmieden lässt, sondern wegen der vielen Kantenbrüche auf dem Amboss zerfällt.

Moorländer, Sümpfe, Tundra.

Stehende Wasser in den Umgebungen von Seen, oder im Flachlande, unterhalten durch periodisches Austreten der Flüsse, in welchen die Torfbildung im Gange ist und allmählig in der Art fortschreitet, dass die tieferen Schichten breiartig werden und die Oberfläche des gelben oder braunen Wassers einen rasenartigen Ueberzug von Pflanzenresten hat, die in fortschreitender Zersetzung begriffen sind, heissen *Moorländer.* Sie gehen im Laufe der Zeiten in feste Torfmoore über, theilen mit diesen die gleiche Lage und sind ihre Vorläufer und Begleiter. Ihre schwache Decke bricht leicht ein; darauf sich wagende Thiere können daher einsinken. Das erklärt das Vorkommen verschiedener Thierreste in den Mooren. In allen grossen Niederungen liegen Moorländer, so in der norddeutschen von Holland an bis Ostpreussen, weiter östlich in Lithauen, Polen, im russischen Flachland und in der sibirischen Niederung nehmen sie grosse Strecken ein. Im grossen nordamerikanischen Flachland von Canada und der Vereinigten Staaten haben sie eine Ausdehnung von vielen Tausenden von Quadratmeilen.

In niedrigen, flachen Gegenden, deren Boden thonig ist, entstehen durch Wasserzuflüsse leicht *Sümpfe* von verschiedener Ausdehnung, die je nach den klimatischen Verhältnissen ihrer Lage, sich den Mooren mehr oder weniger nähern.

In Europa sind die pontinischen Sümpfe, die Sümpfe der Languedoc, die Sümpfe der Oder-, Weichsel- und unteren Donauländer wohl bekannt; in Südamerika die Sümpfe bei Carthago und in Nordamerika die Sümpfe in dem Küstenstrich zwischen New-Jersey und Georgien. Unter diesen letzteren befindet sich ein sehr grosser und merkwürdiger, welcher den Namen „*Great Dismal*" Sumpf, d. h. der grosse, schreckliche hat. Er liegt zwischen den Städten Norfolk und Weldon, ist von Nord nach Süd 40 Miles lang und in seiner grössten Ausdehnung von Ost nach West 25 Miles breit. Die nördliche Hälfte liegt in Virginien, die südliche in Nord-Carolina. Seine beiden Beschreiber, Ruffin und Lyell, schildern ihn also:

„Es ist ein ungeheurer Morast, weich und nachgebend, ausgenommen wo die Oberfläche durch eine Decke von Pflanzen und ihre in einander verflochtene Wurzeln einigermassen fest geworden ist. Dieser Sumpf ist in der That höher als alles feste und trockene Land, welches ihn umschliesst, und um die Anomalie vollständig zu machen, ungeachtet seines halbflüssigen Zustandes, ist er im Innern höher als gegen den Rand hin. Nur an der Westseite ist diess nicht so; hier treten Flüsse, von etwas höher liegendem Lande herfliessend, in den Sumpf ein. Gegen Norden, Osten und Süden treten Wasser in verschiedenen Flüssen aus dem Sumpfe heraus und zeigen durch den Grad ihres Gefälles deutlich an, dass er an diesen Seiten höher liegt, als der ihn umgebende Boden. Messungen bei Anlage von Kanälen und bei der Durchführung der Eisenbahn an seinem Nordende haben diess bewiesen. In der Mitte erhebt sich der Sumpf wohl 12 Fuss über die flache ihn umgebende Landschaft. Seine breiartige Masse besteht aus einer Vermengung von Wasser mit zersetzten vegetabilischen Substanzen, gewöhnlich ohne alle Beimischung von erdigen Theilen, da die von Westen her ihm Wasser zuführenden Flüsse keinen Schlamm mitbringen. Diese offenbar in der Torfbildung begriffene Masse von 10 bis 15 Fuss Mächtigkeit — ist eine geognostisch-interessante Erscheinung unter einem Breitengrade, wo sich gewöhnlich, wegen der Sonnenhitze und der

Länge des Sommers kein Torfmoor bilden kann, das einem europäischen ähnlich ist."

In einem warmen Lande wie Virginien, werden durch Einwirkung der grossen und lange anhaltenden Wärme, die Reste einer abgestorbenen Vegetation während der Zeit eines Sommers in solchem Grade zersetzt, dass keine Anhäufung derselben in der Weise statt findet, wie in der gemässigten Zone, wo bei der sehr langsam fortschreitenden Zersetzung für die jeweils folgende Vegetation ein das üppigste Wachsthum bewirkender Boden gebildet wird.

In jener Gegend Nordamerika's zieht parallel der Küste viele hundert Meilen lang einer jener Waldgürtel hin, wie deren in jenen Breiten viele die niedrigen flachen Landesstrecken überziehen. Es sind Fichten und Fohrenwälder, welche „*Pine Barrens*" genannt werden. Wo der sonst sandige Boden dieser Wälder mit Thonbildungen abwechselt, da treten in Vertiefungen öfters Sümpfe auf, in denen sich immergrüne Eichen, Cypressen, hohe Rohrgewächse und Schlingpflanzen einfinden.

Auch im *Great Dismal* stehen *Wachholder*-Bäume (Juniperus) und *Cypressen* (Cypressus thyoides) im weichsten Theile des Sumpfes, durch ihre langen Wurzeln befestiget und tief beschattend die Stellen unter ihnen, auf denen eine Menge von Farrenkräutern, Schilfpflanzen und Gesträuchern wachsen, die 9 bis 18 Fuss Höhe erreichen, und nebst dem ein dichter Teppich von Moosen, die unter jenen Bäumen vor den Strahlen der Sonne geschützt sind. Wenn die Moose am kräftigsten sind, dann steht auch die grosse Cypresse (Cypressus disticha) und viele andere Bäume im vollen Laub. Der schwarze Bodensatz des Sumpfes gleichet nicht dem Torf Europas, da er, mehr noch wie der Baggertorf, nichts anderes als eine Modersubstanz ist, ohne alle Spur von erkennbaren Pflanzenresten. Die Arbeiter nennen diesen Moder „Schwamm". Er befindet sich in einem solchen Grade von Auflockerung und chemischer Zersetzbarkeit, dass er, der Luft und der Sonne ausgesetzt, in kurzer Zeit aufgelöst ist und wie verschwindet. Seine Erhaltung im Great Dismal ist somit durch die Wasserdecke und die niedrigere Schattentemperatur bedingt. Die grosse, nasse und schwammige Oberfläche des Sumpfes unterhält eine Verdunstung in solchem Maassstabe, dass dadurch die Temperatur während des Sommers bedeutend abgekühlt und so erniedriget wird,

dass sie derjenigen eines nördlicheren Klima's, oder einer höheren Lage über dem Meere näher kommt.

In dem schwarzen Schlamm liegen zahlreiche Stämme grosser und hoher Bäume begraben. Stürme werfen die in so lockerm Boden wurzelnden Bäume leicht um; sind sie alsdann von Wasser bedeckt, so bleiben sie erhalten. Zuweilen ist der Schlamm von einem reinen weissen Sand überlagert. In der Mitte des Great Dismal befindet sich ein ausgedehnter See von ovaler Gestalt, der 7 Miles lang, mehr als 5 Miles breit und wo er am tiefsten ist, eine Tiefe von 15 Fuss hat. Das Wasser ist blassbraun, durchscheinend und von vielen Fischen bewohnt. Die grossen Massen des hier begrabenen Holzes haben zu seiner Gewinnung angereizt. Man hat Kanäle durch die Sumpfgewächse gezogen, die auf lange Strecken geradlinig sind und unter den überhängenden Bäumen und Sträuchern als dunkle Schattengänge fortziehen. Gelangt das Boot aus dem Dunkel dieser engen Zugänge in den See hinein, so bietet die Umgebung einen gewissermassen zauberhaften Anblick dar.

Es leben viele Bären in diesem Sumpfe, auch wilde Katzen und zuweilen vereinzelt ein Wolf.

Die hier in so grossem Massstabe vor sich gehende Bildung einer schwarzen, brennbaren Substanz (Moder), welche in dem Klima des Great Dismal bereits so viele Quadratmeilen einer niedrigen, flachen, an das Meer angrenzenden Gegend bedeckt, und im Stande ist, sich über das anliegende Land bis in's Unbestimmteste auszudehnen, gibt eine sehr interessante Thatsache zum Verständniss der Art und Weise der Steinkohlenbildung an die Hand.

Tundras nennt man die weit ausgedehnten morastigen Moosländer von Sibirien. Im äussersten Norden Sibiriens, an den Mündungsgebieten der Petschora, des Obi und Jenisei entstehen durch den wechselnden Einfluss der Kälte, welche die Gewässer der Flüsse, Seen, Sümpfe und die Oberfläche des nassen Bodens in Eis umwandelt, und des Thauwetters, wodurch beim Schmelzen der Eismassen ungeheure Ueberschwemmungen verursacht werden, da die Gewässer mit Eis und Schutt beladen sind, abwechselnde über einander gelagerte Schichten von Eis und Schutt, die immer breiter in das Eismeer vorrücken und sich über das Niveau desselben nur unbedeutend erheben. Diese Tundras überziehen sich bald mit einer mageren Moosdecke,

welche die spärliche Nahrung der Rennthiere ist, die von den Samojeden auf diesen ausgedehnten öden Flächen geweidet werden.

Marschen.

Syn. Terrain marécageux; Marshland.

Marschen nennt man die neuen, niedrigen, moorigen Ablagerungen an der Küste des Meeres. Sie bestehen vorzüglich aus Humus, mit erdigen Theilen gemengt. Man kann ihre Bildungs längs der ganzen Nordseeküste beobachten, von Holland bis nach Holstein und Schleswig herauf. H. Arends beschreibt die Marschbildung folgendermassen: „Sandflächen dehnen sich am Strande aus, Wellen ergiessen sich darüber und fliessen wieder ab, jedesmal etwas Schlamm zurücklassend. So erhöht sich nach und nach das *Watt* — ein See zur Fluthzeit, den Schiffe befahren, bei niederem Wasser eine trockene Fläche von vielen Stunden Breite — bald langsamer, bald geschwinder; allmählig sprossen Pflanzen hervor, zuerst die blätterlose Salicornea herbacea: der Schlamm mehrt sich, kürzere Zeit verweilt das Wasser auf dem Watt, bei Ostwinden gar nicht mehr. Aster trifolium erscheint nun und erfreut das Auge. Geschwinder erhöht sich jetzt der Boden, viel Schlamm bleibt bei der Ebbe zwischen den schon dichtstehenden Pflanzen zurück. Nun geht nicht mehr die tägliche Fluth darüber, sondern bloss die hohe, von westlichen Winden anfgeregte. Der Boden wird trockener, und duftende Gräser fangen an zu grünen. Künstlich gezogene Gräben befördern den Absatz des Schlammes. Hat der *Heller* sich beraset, dann wird er eingedeicht, und das gewonnene Neuland ein *Polder* genannt. Solches Neuland bildet sich vorzüglich in Buchten.“ Das Gewinnen von Marschland, durch Eindeichung, wird seit dem siebenten Jahrhundert getrieben. Die alten Marschen zeigen zwei Hauptverschiedenheiten des Bodens: den *Klei*, oder schweres Marschland, und das leichte erdartige Land. Beide sind mit Humus gemengt, der die Oberfläche bildet. Tiefer liegt der Untergrund. Bei diesem unterscheidet man gewöhnlich den *Darg*, der zu unterst liegt, und aus einer gelbbraunen, torfigen Masse besteht, die viele vegetabilische Reste enthält, aber wenig zum Brennen taugt; darauf folgt häufig der *Knick*, eine thonige, unfruchtbare

Erdart, oft mit rothen Adern durchwebt, zuweilen dunkelblau. Nun folgt der *Klei*, ein lichter Thon, der durch Aufnahme von Kalk oft mergelig wird. Diese drei Schichten erscheinen häufig unmittelbar über einander, und führen viele Conchylienreste.

Der Absatz von Meerschlamm (*Schlick*) erfolgt vorzüglich in den vier Sommermonaten, die desshalb auch *Slyk Maanden* genannt werden. Vom Herbst bis zum Frühjahr setzt sich wenig ab. Nach den Beobachtungen des H. Weiss, lässt das Meer um so mehr Schlamm zurück, je grösser die Luftwärme ist. Das Seewasser wird vorher trübe. Man betrachtet an der Nordsee diese Trübung des Wassers als ein Zeichen eines baldigen Eintritts von warmer Witterung. Acht Tage nach eingetretener Trübung soll jederzeit die Witterung wärmer werden, und ein plötzliches Klarwerden des Wassers eintreten, wenn binnen acht Tagen die warme Witterung aufhört. Darnach scheint der Schlammabsatz an gewisse allgemeine, selbst an meteorologische Verhältnisse gebunden zu seyn. Man darf indessen nicht vergessen, dass durch Sondirungen, welche Seefahrer von jeher in den verschiedensten Meeren angestellt haben, bewiesen ist, dass in grösseren Entfernungen von der Küste der Sand häufig aufhört, und der Meeresgrund Schlamm enthält, der aufgewühlt und an den Strand geworfen werden kann, es mag warm oder kalt sein, wenn nur der Wind gegen die Küste bläst. Auch wenn Schlamm und Sand mitsammen aufgewühlt werden, so wird doch vorzüglich nur der erstere ans Land geführt. Der schwere Sand fällt bei der, nach dem Lande zugehenden Bewegung des Meeres, schon an den äussersten Inseln nieder, die feineren Theile kommen, vom bewegten Wasser fortgetrieben, auf den Strand; die leichtesten zu oberst. Der feine Schlick bildet die Oberfläche.

Eine durch eigenthümliche Verhältnisse der Oertlichkeit bedingte sehr interessante Meeresanschwemmung hat Lyell in Neuschottland an den westlichen Küsten des *Basin of mines* beobachtet. In dieses Becken ergiesst sich durch einen schmalen Kanal aus der Bay of Fundy jeden Tag zweimal zur Fluthzeit eine gewaltige Wassermasse, beladen mit rothem Schlamm, den die Wasser der Bay von dem rothen Sandstein und den weichen rothen Mergeln die sie unterhöhlen, mitbringen; dadurch schwellen alle kleinen Bäche gewaltig an, so dass sie grossen Flüssen gleichen. Die Fluthen sollen an einigen Punk-

ten in dieser Bay senkrecht 70 Fuss hoch steigen, also höher als sonst irgendwo in der Welt.

Wo die mit rothem Schlamm beladene Fluth die Ebenen überfliesst, da setzt sie denselben ab, und diess wird namentlich dadurch begünstigt, dass beim Rückfluss der Gewässer ihre Geschwindigkeit durch irgend etwas vermindert wird. Auf diese Weise sind viele ausgedehnte und ebene Flächen in fruchtbares Land umgewandelt und schon viele Tausend Morgen solchen Alluvial-Landes künstlich durch Eindeichung dem Meere abgewonnen worden. „Als ich diese Gegend besuchte,“ sagt Lyell (Travels in North-America), „war gerade die Periode der schwächsten Fluthen, so dass grosse Flächen, auf welche sich der rothe Schlamm abgesetzt hatte, trocken lagen, und an einigen Stellen in der heissen Sonne seit 10 Tagen fest geworden waren. Der obere Theil des Schlammes war bis zur Tiefe von einigen Zollen so hart geworden, dass er in diesem festen Zustand, nach seiner Farbe und seinem ganzen Aussehen, vollkommen einigen rothen Mergeln der (englischen) New-Red-Sandsteinformation gleicht. Die Oberfläche war gewöhnlich eben, aber an einigen Stellen sah ich sie mit kleinen Vertiefungen überstreut, welche, wie man sagte, von einem Regenschauer herrührten, der sich vor 8 oder 10 Tagen ereignet hatte, als die Schlammablagerung noch weich war. Diess erinnerte mich lebhaft an die Eindrücke „vorweltlicher Regentropfen“, die in einigen alten Gesteinen aufbewahrt sind und hinsichtlich ihres Ursprungs dem ungläubigen Publikum zuerst von Dr. Buckland 1838 erklärt worden sind.“

„Ich sah auf meiner Reise noch einige andere Beispiele ähnlicher Erscheinungen, namentlich bei einer hochrothen Schlammablagerung an der Mündung des Patapsco bei Baltimore, von welcher ich einige erhärtete Lagen abnehmen konnte. Auf diesen sieht man ausser den kleineren Vertiefungen, die vom Regen herrühren, auch noch grössere, die fast vollkommen kreisförmig sind und ungefähr die Grösse einer grossen Korinthe haben; diese sind durch Luftblasen im Schlamm gebildet worden.“

„An der Oberfläche der erwähnten Lagen von getrocknetem rothem Schlamm bei Wolfville an der Bay of Fundy, bemerkte ich auch viele wurmähnliche Furchen, die von Anneliden gemacht worden waren, welche in den Schlamm hineinbohren und weiter, was noch mehr Interesse für mich hatte, die deutlichen *Fuss-*

spuren von Vögeln in regelmässiger Aufeinanderfolge. Diese repräsentiren in ihrer Erscheinung im Allgemeinen die in einem sehr alten Gesteine im Thal des Connecticut gefundenen Vogeltritte.“

„Ich erfuhr, dass diese frischen Vogelfährten die des Sandpfeifers (Tringa minuta) seien, welcher Vogel Europa und Nordamerika gemeinschaftlich angehört. Ich sah auch alle Tage ganze Züge dieser Vögel längs dem Rande des Wassers herumlaufen, und oft 30 und mehr ähnliche Eindrücke, geradlinig hinter einander parallel den Ufern hinterlassen. Der rothe Schlamm war beim Erhärten durch die Wärme der Sonne in verschiedenen Richtungen gesprungen und abgetheilt, wie wir dieses an dem Thon auf dem Grunde einer eingetrockneten Pfütze bemerken.“ Ein solches Stück Schlamm ist hier in halber natürlicher Grösse abgebildet.



Die Zeichnung stellt die obere Fläche einer Platte dar, an deren linker Seite sich 6 vollständige Fährten in einer Linie fortliegend befinden. Man bemerkt nahe an der Basis der Mittelzehe eine kleine Erhabenheit, bisweilen auch in der Mitte des Eindrucks der Mittelzehe. Diese ist von dem Schlamm verursacht worden, der von dem vorstehenden Metatarsus des Fusses, in Folge der schiefen Stellung des Beins, wenn der Vogel schreitet, fortgestossen wird. Tiefere Lagen des Schlammes zeigen die Fährten in Relief, wenn die Eindrücke, die zur Zeit als sie die Oberfläche bildeten, entstanden waren, durch spätere Fluthen ausgefüllt worden sind. Bisweilen sieht man die Eindrücke, oder auch die Reliefs einzelner, isolirter Zehen. Diess scheint sich dadurch zu erklären, dass die häufig nahe am Boden hinfliegenden Strandvögel oftmals das eine Bein herunterhängen lassen, so dass die längste Zehe zuweilen die Oberfläche des Schlammes berührt, und in-

dem sie darüber hinstreift, eine solche einzelne Spur hinterlässt. Diese von Lyell beobachtete Bildung von Vogelfährten, erklärt zureichend und naturgemäss die Erscheinung von Vogeltritten auf alten Schichten.

Geschiebe, Gebirgsschutt, Grus, Gerölle.

Syn. Terrain caillouteux; Gravel; Alluvial detritus.

Ueberall, wo Gebirgslager zu Tage ausgehen, an allen Abhängen, am Fusse jedes Berges, liegen Haufwerke von Trümmern, Schutthaufen, durch das Herabstürzen einzelner, von höheren Puncten losgerissener Massen entstanden. Die Haufwerke haben gewöhnlich an ihrem oberen Ende eine kegelförmige Gestalt; die Stücke, welche sie bilden, wurden beim Herabrollen mehr und weniger abgerundet, und heissen *Geschiebe.* Die grössten Geschiebe liegen von ihrer ursprünglichen Lagerstätte immer am weitesten entfernt: man findet sie stets an der Basis der Trümmerhaufen. Die kleineren dagegen liegen, wie ihre Grösse abnimmt, immer höher hinauf, die kleinsten zu oberst, an der Spitze. Verwitternde Gesteine zerfallen in solchen Haufen nach und nach in *Grus.*

Die Hauptursachen dieser Erscheinung sind in der gemässigten und kalten Zone: Wassereinsinterung und Frost. Allenthalben, wo geschichtete Gebirgslager ihr Ausgehendes zeigen, da sintern die Wasser, zumal bei aufgerichteten Schichten, zwischen den Gesteinsblättern durch, weichen die Masse auf, führen Theile mit fort, veranlassen Zersetzungen und Zerspaltungen. Einzelne Theile reissen sich durch ihr eigenes Gewicht los und fallen übereinander. Trifft der Frost das durchnässte Gestein, in dessen Spalten Wasser eingeflossen ist, so treibt dieses beim Erstarren seine Theile auseinander, und sie trennen sich nun ab, wenn das Eis wieder aufthaut. Im Hochgebirge zeigen sich die Wirkungen des Frostes in einem grossen Maassstabe. In jedem Frühjahr stürzen losgerissene Blöcke mit donnerähnlichem Getöse, von den hohen Gipfeln in die Tiefe, und nicht selten lösen sich dort im Frühjahr mächtig grosse Felsmassen ab, die mit fürchterlicher Gewalt in die Tiefe stürzen, sich im Sturze zertrümmern und zerstörend auf Alles wirken, was sich ihnen entgegen stellt. Die Wirkungen solcher *Felsenstürze* sieht man sehr schön im

oberen *Engadin* unfern Samaden, im *Bevers-Thal*, allwo vor einigen Jahren gewaltige Felsmassen vom *Albula-Granit* durch das bewaldete Gehänge dieses Thales von der Spitze des Albula herabgestürzt sind. So weit hier die Felsentrümmer im Sturz den Wald durchbrochen haben, sieht man eine entsetzliche Zerstörung; starke Baumstämme sind in weiter Ausdehnung, 15 bis 20 Fuss über dem Boden abgesprengt; beinahe alle Bäume sind entgipfelt und die abgeschlagenen Gipfel weit fortgeschleudert und grossentheils wie Bolzen in den lockeren Abhang der gegenüber liegenden Thalwand eingetrieben. Sehenswerth ist auch der Felsensturz bei St. Marco, unterhalb Roveredo im untern Etschthal, in der Gegend bekannt unter dem Namen „Lavini di St. Marco" und geschildert von Dante. Bis nach Seravalle herab ist das Thal an beiden Gehängen mit Felsentrümmern überschüttet.

In neuester Zeit hat sich ein gewaltiger Felsensturz in der Nähe des Gardasees ereignet, in dem Felsenthal zwischen Mori und Nago und in Graubündten droht eine hoch über dem Dorf Felsperg am Abfall des Galanda hängende Steinmasse von einigen Millionen Kubikfussen, herabzustürzen und dieses Dorf zu vernichten.

In allen Gebirgen, vorzüglich aber im Hochgebirge, sieht man desshalb die Gehänge bis zum Fuss herab, mit Schutthalden überdeckt. Sie verflächen dieselben, und bilden terrassenartige Absätze an den Seiten des Gebirges. Auch Bächen und Strömen, die im Grunde der Thäler fliessen, werden Geschiebe zugeführt, mit den Wassern fortgewälzt, durch die rollende Bewegung abgerundet; so, wie in ruhiger Lage auf dem Flussbette, durch Strömungen und Abreibungen mannigfaltig gestaltet, werden sie zu Zeiten grosser Fluthen fortgeführt und da und dort abgesetzt. So werden die tiefen Felsenschlünde mit *Geröllen* ausgefüllt, die Unebenheiten des Thalbodens immer mehr ausgeglichen. Auf der verwitternden Oberfläche der Trümmermassen siedelt sich die Vegetation an. Je mehr der Schutt zerfällt, desto üppiger stellt sie sich ein. Thal und Abhang sind dann grün und mit einer dichten Grasdecke überkleidet, und schützende Waldungen zieren den Abfall. Geschöpfe finden jetzt ihre Nahrung, und menschliche Wohnungen erheben sich auf dem fruchtbaren Erdreich. Es hängt von der Bildung dieser Trümmerhalden und ihrer allmähligen Verwitterung die Bewohn-

barkeit der Gebirge ab. Ohne sie wären die Thäler tiefe Felsenklüfte, die Abhänge schroff und kahl, und verödet jedes Gebirge.

Inselbildung in Flussbetten.

Die Schnelligkeit eines Wasserstromes vermindert sich bekanntlich von seiner Mitte gegen die Seiten, und ist daher an den Ufern am geringsten. Hier setzen sich denn auch die mehrsten Gerölle ab, und sind diese, weil die Ablagerung nach dem Verhältniss ihrer Schwere Statt findet, um so grösser, je näher man ihrer ursprünglichen Lagerstätte kommt. Gerade das Umgekehrte von dem, was man in dieser Hinsicht bei den Trümmerhalden beobachtet. Nimmt die Schnelligkeit des Wassers stark ab, durch Krümmungen des Rinnsals, durch Ausbreitung desselben, durch irgend ein Hinderniss, das sich der Strömung entgegen stellt, so fallen alle groben Gerölle nieder, und nur der feine Sand und Schlamm wird fortgerissen. Es entsteht die Grundlage zahlreicher *Inseln*. Betrachten wir diese Inselbildung etwas genauer. Die Hunderte von Inseln, die im *Mittelrhein*, zwischen *Basel* und *Carlsruhe*, liegen, geben dazu eine schöne Gelegenheit.

Von seinem Ausflusse aus dem Becken des Bodensees, bei Stein, bis herab nach Basel, ist der *Rhein* zwischen steilen Ufern, oder zwischen Gebirgen eingeschlossen. Seine Geschwindigkeit ist auf dieser Strecke sehr gross und wird durch die Wasserfälle bei Schaffhausen und Laufenburg sehr vermehrt. Die Schweizerflüsse und die reissenden Bäche des Schwarzwaldes, die auf dieser Strecke ihm zufallen, führen ihm bei hohem Wasserstande grosse Massen von Geröllen zu. Bei Basel wendet sich der Strom, der bis dahin in schmalem Bette nach Westen geflossen war, auf einmal mit schneller Wendung gegen Norden. Er durchschneidet jetzt das weite Thal zwischen dem Schwarzwald und den Vogesen, breitet sich aus und verliert an Gefälle. Wo sich dem Wasser nun ein Widerstand entgegensetzt, da lagert sich eine Masse von Geröllen ab. Das Bett wird erhöht, die Erhöhung erscheint, beim Fallen des Wassers, endlich an der Oberfläche, und hebt sich bald über diese empor. Die Grundlage der Insel ist gebildet. Man kann die Geröllmasse, welche als solche auftritt, als eine wahre Mustercharte aller Gesteine der Alpen, des Jura, des Schwarzwaldes und der Vogesen ansehen. Nicht selten liegen unter den

verschiedenen Quarz-, Granit-, Gneis-, Porphyr-, Kalk- und Thonschiefer-Geröllen, abgerundete Bergkrystalle, sogenannte *Rheinkiesel.* Hat sich die Geröllmasse einmal bis nahe unter den Spiegel des Hochwassers erhoben, so wird die Geschwindigkeit des Stromes über derselben bedeutend vermindert, und es fallen an einer solchen Stelle alsdann auch feinere Theile aus dem Wasser nieder, zunächst *Sand*, und wenn endlich die Ablagerung sich dadurch bis beinahe zum Wasserspiegel erhöht hat und das Wasser mit sehr geringer Geschwindigkeit darüber hinfliesst, so setzt sich auch feiner *Thon-Schlamm* ab. Die oberste Lage der Inseln besteht daher gewöhnlich aus einem *thonigen Schlamm*, darunter liegt sodann grober *Sand*, und jetzt folgt die *Geröllmasse*, als ihre Grundlage.

Beim nächsten niedern Wasserstande steht eine solche Ablagerung sodann als fertige *Insel* dar. Ihre lockere Decke wird nun bald durch Vegetation befestiget. Zuerst werden gewöhnlich die wolligen Samen der *Weiden* von benachbarten älteren Inseln oder von den Ufern hergetragen und abgesetzt, und bald ist die Oberfläche der Insel grün durch eine Vegetation junger *Weiden.* Jedes grosse Wasser erhöht die Insel noch mehr, da die Pflanzen den lockeren Boden vor Angriff schützen, und ihr dichter Stand, ihr Wurzelnetz sehr viel Schlamm zurückhält. Es wachsen *Gräser* empor, *Schilfrohr*, *Schaftheu, Tamariske* und *Seekreuzdorn.* Die rasche Thur bringt die Samen der beiden letzteren aus den schweizerischen Flussgebieten in den Rhein; sie zieren alle jungen, von dem Flusse kaum zwei bis drei Jahre aufgebauten Inseln. So lange nun das hohe Wasser noch über die Insel weggeht, häuft sich in dem dichten Gestrüppe fort und fort thoniger Schlamm an, Erde von den Ufern abgespült, Schnecken und Muscheln, die auf und an denselben leben, Samen, Pflanzenreste, die daher schwimmen. Endlich ist die Insel so hoch geworden, dass sie nur noch von den höchsten und ungewöhnlichen Wasserständen überfluthet wird. Bäume erheben sich alsdann auf ihr. *Erlen* und *Espen* wachsen kräftig in die Höhe, und zuletzt erhebt sich über alle die *Silberpappel*, der grösste Baum der Rheininseln. Hohes Gebüsch und Wald schmücken die ältere Insel.

So werden jährlich neue Inseln gebildet, oft auch ältere zum Theil oder ganz wieder fortgerissen, wenn der Strom mit besonderer Heftigkeit, bei ungewöhnlich hohem Wasserstande,

gegen dieselben ankämpft. Daher ist das Fahrwasser, der sogenannte *Thalweg*, alle Jahre anders, bald in der Mitte, bald auf dem rechten, bald auf dem linken Ufer, die Schifffahrt beschwerlich und die Uferbefestigung unerlässlich und kostspielig.

Bergfälle. Bergschlipfe.

Jene mit einer reichen Vegetation bedeckten Schutthalden, haben im Allgemeinen einen geringen Zusammenhalt. Eindringende Wasser und eine weiter schreitende Verwitterung haben zur Folge, dass sie mehr und mehr zusammensinken, und oft in eine flachere Gegend hinausschieben. Verwitternde Gebirgsabhänge stürzen manchmal plötzlich ein. Es entstehen *Bergfälle, Bergschlipfe.* Durch solche wurde *Plurs* und *Goldau* überschüttet, *Wäggis* umgeworfen, die Adda und der Blegno verstopft und angeschwellt, Thalstrecken unter Wasser gesetzt, und beim schnellen Durchbruch der Gewässer ein *Domleschg* und ein *Preligaü*, mit unfruchtbarem Sande und Geschieben überführt.

H. Escher verdanken wir höchst interessante Nachrichten über die Bergschlipfe im *Nolla-* und im *Plessurthale* in der Schweiz. Ueber den Bergschlipf im Nollathale sagt er: „Noch sind es keine fünfzig Jahre, seitdem das, aus dem Thale des Hinterrheins, in Bünden bei *Thusis*, gegen N.W. ansteigende Nebenthal der *Nolla*, in seinem sich bald verengenden Thalgrunde, allgemein mit schönen Wiesen bekleidet war. Die Nolla schlängelte sich, als ein kleiner Bach durch dieses Thälchen herab, dem Rheine zu. Jetzt ist das ganze Thal, von *Thusis* an, bis zu oberst an seinen Hintergrund, von einer ungeheuern schwarzen Geschiebmasse aufgefüllt, und eine Sägmühle, die im Herbste des Jahres 1807, gleich hinter *Thusis*, noch im Betriebe war, ist jetzt so ganz in jener Schuttmasse vergraben, dass der Gibel ihres Daches nur noch zwei Fuss aus dieser herausragt. Als die *Nolla* an jenem schauervollen Novembertage diese ungeheure Schuttmasse mit sich hervorwälzte, trieb sie dieselbe bis in das Bett des Hinterrheins, unterbrach dessen Lauf, so dass das Rheinbett im Domleschger-Thale trocken wurde, während hingegen der Hinterrhein, hinter diesem Schuttdamm, in seinem engen Thale über vierzig Fuss hoch, zu einem langen See aufgeschwellt wurde. Der Schuttdamm brach zum Glück nur ganz allmählig durch; allein die Nolla-Geschiebmasse wurde längs

dem linken Rheinufer hinabgetrieben, und im erweiterten Rheinbette allmählig abgesetzt. Sie drängte den Rhein nach *Sils* herüber, welches aller seiner schönen, niederen Fluren beraubt wurde, und selbst in Gefahr stand, mit fortgerissen zu werden. Neun Zehntheile der Bürger von *Sils* sind alles ihres Grundes und Bodens beraubt, und das ehedem als eines der fruchtbarsten, schönsten Alpthäler bekannte *Domleschg*, liegt nun in grossen Strecken unter einer fast ununterbrochenen Geschiebdecke begraben!"

Thusis steht auf einer alten Schutthalde. Die wilde *Nolla* hat ihr Fundament schon angegriffen. Eine einzige neue Anschwellung führt es in den Schutt und Schlamm des wilden Bachs hinab. Die mächtige Geschiebmasse kommt aus dem Hintergrund des Thals hervor. Dort senken sich von allen Seiten Schutthalden bis auf die Sohle herab, welche vor nicht sehr langer Zeit noch allgemein mit Vegetation, mit Wiesen, Weiden und Waldungen bekleidet waren, nun aber ganz durchwässert sind, theilweise einsinken, dadurch grosse kahle Schuttabhänge verursachen, die, der schützenden Pflanzendecke beraubt, alles Wasser, das ihnen aus der Atmosphäre und den höheren Gebirgstheilen zugeführt wird, in sich schlucken, immer mehr erweicht werden und bei ihrer verwitterbaren, thonigen und mergeligen Beschaffenheit, grösstentheils in einen lockeren Schutt zerfallen, der bei dem ersten Anlasse von starken Regengüssen, Schneelawinen oder schnellen Schneeschmelzungen, bereit ist, in die tieferen Theile des Nollathales herunter zu glitschen, und der Nolla noch hundertmal so viel Geschiebe zu liefern, als sie im Jahre 1820 dem Rheine zugeschoben hat. Diese Beweglichkeit und dieses Herabglitschen der ehedem zusammenhängenden, bekleideten Schutthalden, die den Hintergrund des Nollathales bogenförmig bilden, dehnt sich bis gegen die Höhe der das Thal umzingelnden Gebirge aus, welche von Wohnhäusern und Ställen der Gemeinde *Ober-Cepina* besetzt ist. Hier sieht man grosse Wiesenstrecken sich mit den darauf stehenden Gruppen hölzerner Häuser, von dem übrigen begrasten Gebirgsabhang, losreissen, und mehrere Klafter weit langsam herabgleiten. Hier ist also die Quelle der ungeheuern Geschiebmasse.

Schon die leichte Verwitterbarkeit des Gesteins, ist im Nollathale eine Ursache der fortschreitenden Zerstörung. Wir sehen

in vielen Gebirgen Gegenden, wo ähnliche, oder in Bezug auf ihre Auflösung und die Eigenschaft, durch Wasser aufgeweicht zu werden, dem Gestein im Nollathale verwandte Massen, anstehen, mehr und minder beträchtliche Bergschlipfe, wie an der *Grindelwald-Scheidecke* und am *Batzokelberg* ob Chur. Wir haben auch in *Baden* ein Beispiel eines ansehnlichen Bergschlipfes, der sich in Folge der Aufweichung des Gesteins ereignet hat. Durch starke Regen durchgenässt und aufgeweicht, zog sich im Hegau, 1816, ein beträchtlicher Theil des mergeligen, an den basaltischen Kegel des *Hohenhöwen* angelehnten Süsswasser-Gyps-Gebildes allmählig in der Höhe los, und rutschte sammt den darauf stehenden Bäumen und Sträuchern hinab an den Fuss gegen Welschingen, wobei in den Conglomeratmantel des Berges eine tiefe und breite Schlucht bis auf den basaltischen Kern eingerissen und der Fuss des Berges mit Trümmern überschüttet wurde.

Im Nollathale sind indessen noch andere Ursachen vorhanden. Auf der flachen Höhe des Gebirgsrückens, der das Thal schliesst, liegen viele trichterförmige Vertiefungen, grösstentheils mit Sumpfwasser angefüllt, und ohne Abfluss. Ohne Zweifel Einsenkungen, in Folge ausgewaschener Gypsstöcke entstanden, von welchen losgerissene Stücke, in der Nähe von Ober-Cepina, über Tage umherliegen. Auf dem breiten Rücken dieser Gebirgskette liegt auch der *Lüscher-See*. Er hat eine halbe Stunde im Umkreis, keinen sichtbaren oberflächlichen Abfluss, und soll stellenweis ziemlich tief sein. Im ganzen Gebirgsrefier senken sich die Schichten südlich ein, und somit auch die Schichten, die den Lüschersee einschliessen; sie fallen somit gegen den Hintergrund des Nollathales, in jene Gegend hin, wo sich die schauervollen Halden zeigen. Von diesem See und den vielen, zwischen ihm und dem Bergschlipfe des Nollathales liegenden Sümpfen, ziehen sich, ohne Zweifel, die Wasser zwischen den Schichten des Gesteins jenen Schutthalden zu, durchwässern das ganze Erdreich, und veranlassen so die zerstörenden Schlipfe. Bei thonigen und mergeligen, aufweichbaren Gesteinen entstehen namentlich dann leicht Bergschlipfe, wenn die Schichten eine steile Neigung haben, und es rutschen insbesondere darauf gelagerte feste Schichten unter diesen Verhältnissen manchmal über dieselben herunter. Ein solcher Fall ereignete sich 1806 in der Schweiz, am Ruffiberg, dem Rigi gegenüber, der als

Bergsturz von *Goldau* bekannt ist. Nach einem heftigen Regen löste sich eine grosse Nagelfluhmasse des Berges, dessen Schichten steil gegen das Thal geneigt sind, von der unterliegenden durchweichten Thonmasse ab und stürzte am 2. September auf die anliegenden Dörfer herab, zerstörte Goldau, Busingen, Ober- und Unterröthen, Lowerz, und beschädigte noch einige andere nahe gelegene Dörfer mehr oder weniger. Die Stein- und Schuttmasse wurde bis in den kleinen See von Lowerz geworfen, machte dessen Wasser 60—70 Fuss steigen, so dass der Ort Seven, am entgegen gesetzten Ende, von den stürmenden Wellen überschwemmt und hart bedrängt wurde.

Annagung und Ausreibung der Felsen durch fliessendes Wasser, das Gerölle mit sich führt.

Die *annagende* Kraft des Wassers wird noch bedeutend vermehrt, wenn der Wasserstrom mit Steinen beladen ist, weil alsdann noch eine sehr starke *Reibung* Statt findet. Dadurch werden Spalten ausgehöhlt und erweitert, durch welche die Strömung geröllführender Wasser geht, und so werden schluchtige Thäler ausgewaschen, von derjenigen Beschaffenheit, die S. 232 näher bezeichnet worden ist. Sind die Gesteinsmassen, über welche sich ein solches Wasser fortbewegt, weich, so graben sich selbst kleine Bäche in kurzer Zeit Canäle aus, die bald auf mehrere Fusse vertieft sind. Stürzt sich ein schuttbeladenes Wasser auf horizontale oder schwachgeneigte Gesteinsplatten, so gräbt es sich in denselben bald eine beckenförmige Vertiefung aus, worin einige grössere Gerölle liegen bleiben, welche durch das seitlich einfallende Wasser fortwährend im Kreise herumgetrieben werden, und dabei das Becken immer tiefer und weiter ausreiben. Auf diese Weise werden verticale Cylinder ausgehöhlt, die wie ausgebohrt aussehen, mehrere Fuss Durchmesser und öfters eine Tiefe von vielen Ellen haben. Solche Aushöhlungen nennt man *Riesentöpfe* (*Gjettegryder* in Norwegen), auf welche Sefström die besondere Aufmerksamkeit lenkte (*Pot-holes* in England). Man hat sie bereits in allen Gebirgsländern gefunden und hinsichtlich ihrer Entstehungsweise richtig erkannt. Ich habe sie zum erstenmal im Sommer 1834 in schöner und grossartiger Bildung am südöstlichen Abfall des *Bernina* in Graubündten gesehen,

in der Schlucht der *Cavaglia*, ganz nahe bei dem gleichnamigen Dorfe, woselbst eine ganze Reihe bis zu verschiedener Tiefe niedergebohrter Cylinder an der Seite des Felsenbettes jenes Sturzbaches hinlauft. Sehr schön sah ich sie auch beim Aufsteigen über Bormio im Veltlin da, wo sich die *Adda* in der Nähe des Bades in mehrfachem Falle über die Kalkfelsen herabstürzt. Diese beiden Punkte sind den deutschen Geognosten wegen Schönheit der Bildung und der Leichtigkeit sie zu sehen, besonders zu empfehlen. Alle diese Riesentöpfe sind offenbar dadurch entstanden, dass Steine auf einem Felsen von einem Wasserstrudel im Kreise bewegt wurden. *) Sie liegen daher in der Regel an Wasserfällen, da wo in einer Vertiefung abgeschlossenes Wasser steht, das durch tangentiale Berührung des strömenden oder fallenden Wassers in Kreisbewegung gebracht wird. In ein solches Becken fallen leicht Steine hinein, welche sodann an der Kreisbewegung Theil nehmen, und indem sie sich selbst mehr und mehr abrunden und gegen die Wandungen des Beckens getrieben werden, dasselbe *ausreiben* und *vertiefen*. Dabei werden die Steine nach und nach kugelig und wie abgedrechselt und die Wände des Topfs geglättet. In vielen solchen Cylindern sieht man zur Zeit des kleinen Wassers die runden Steine im Kreise am Rande des concaven Bodens liegen. In *Norwegen* sieht man sie häufig bei einer Tiefe und Weite bis zu zwanzig Fuss. In *Schweden* hat man auf der Granitinsel *Salmen* bei Helsingfors einen Riesentopf von 16 Fuss Tiefe, 3 Fuss oberer und 6 Fuss unterer Weite beobachtet. In *Nordamerika* ist in Neu-Hampshire, 4 Meilen vom Dorfe *Canaan* an einer Stelle, Orange-Corner genannt, nächst der Wasserscheide zwischen dem Connecticut und Merrimak in einem festen Granit eine Reihe solcher Riesentöpfe vorhanden. An den Bellows-Falls liegen viele ähnliche Töpfe, die ganz neuen Ursprungs sind.

Oefters sind die Töpfe unten weiter als oben, und dann ist ihr Boden gewöhnlich convex und ähnlich dem Boden einer gewöhnlichen Weinflasche. Bei ihrer mehrfältig reihenweisen Lage hinter einander stossen dann und wann zwei und mehrere

*) Man kann den alten Vers: „Gutta cavat lapidem non vi sed saepe cadendo," mit Beziehung auf die Bildung der Riesentöpfe wohl richtiger so geben: Unda cavat solvens petram lapidesque rotando.

Cylinder unmittelbar an einander, so dass sie unter sich in unmittelbarer tangentialer Berührung stehen. An solchen Berührungspunkten sind die Wände nicht selten durchgerieben, so dass einige Cylinder durch Spalten mit einander verbunden sind, die eine verschiedene Breite haben. Diese interessante Erscheinung, die man in sehr verschiedenem Grade der Ausbildung sieht, belehrt uns, wie unter solchen Verhältnissen in harten Felsen durch Ausreibung tiefe und enge Spalten gebildet werden können. Auf diese Weise werden heftig strömende Wasser mit grossem Fall, wenn sie Steine mit sich führen, im Laufe der Zeiten tiefe und enge Schluchten ausreiben und enge Felsenspalten mit senkrechten Wänden bilden. Die Schlucht der Salza unfern Golling, mit den sogenannten Kalköfen, die Schlucht *Cavaglia* am Bernina, die *Tamina*-Schlucht zu Pfeffers, die bis 500 Fuss tiefe Schlucht, in deren Tiefe der *Rhein* durch die *Via mala* stürzt und viele andere, sind jedenfalls unter Mitwirkung der ausreibenden Kraft strömender und geröllführender Wasser gebildet worden.

Auch im entfernten Süd-Indien hat Lieutenant Newbold am Flussbett des Toombudra in 15° — 16° nördl. Br. die Bildung der Riesentöpfe beobachtet. Er sah sie unweit der alten steinernen Wälle, welche wahrscheinlich der Bewässerung wegen über den Fluss geworfen waren, bei der Insel Desanur und unweit der Ruinen Annagundi in 15° 14′ n. Br. 76° 37′ ö. L., auch unweit der steinernen Wälle Sanapore's und Wulluvapore's in 15° 6′ n. Br. und 76° 22′ ö. L. Die Töpfe liegen auch hier immer da, wo Wasserfälle sind und oft in einer Reihe hinter einander und verbunden durch zwischenliegende flache Rinnen. Die Riesentöpfe, welche zwischen dem Erie- und Ontariosee liegen und von Maclure als weite Schächte beschrieben worden sind, verdanken ihren Ursprung dem sich zurückziehenden Wasserfall des Niagara. Die Menge verticaler Cylinder, welche bei Albi im Departement des Tarn in einem quarzigen Thonschiefer ausgehöhlt sind, hat der Wasserfall von Saint-Tuery ausgebohrt.

Aehnliche Ausreibungen und Ausbohrungen, wobei schüssel- und topfartige Vertiefungen gebildet werden, sieht man bei Wasserfällen und an Stellen sehr starker Wasserströmungen in allen Gebirgen, verschieden nach Grösse und Form, im Verhältniss der einwirkenden Kraft des Wassers, der Menge Steine,

die es bewegt und der Zeit, während welcher die Einwirkung dauerte.

Jederzeit wird bei einem Wasserfall der Fels, über welchen sich das Wasser herabstürzt, rückwärts ausgehöhlt und untergraben, doch so allmählig, dass man es während der kurzen Dauer eines Menschenalters kaum wahrnimmt.

Eine äusserst belehrende Ausnahme hievon macht der Fall des *Niagara.* Seine Wasser sind der Abfluss des Erie-Sees. Wo der Fluss aus dem See heraustritt, ist er von niedrigen Ufern begrenzt und abwechselnd 1 bis 3 Miles breit. Er hat das Ansehen des verlängerten ruhigen Sees und ist zertheilt durch niedere bewaldete Inseln. Dieses seeähnliche Ansehen behält er auf eine Strecke von beiläufig 15 Miles, auf welcher der Fluss kaum so viele Fusse Fall hat. Nachdem er aber eine Stromschnelle erreicht hat, strömt er auf kaum eine Meile mit einem Gefälle von ungefähr 50 Fuss, um sich hierauf bei den Wasserfällen 160 Fuss hoch senkrecht hinabzustürzen. Der grösste Fall heisst „Horse-shoe-Fall“ (Pferdehufeisenfall) und ist 1800 Fuss breit, der kleinere American-Fall ist 600 Fuss breit; zwischen beiden liegt eine Insel. Der Fluss, vom Eriesee aus über ein Tafelland fliessend, stürzt sich über dasselbe in eine tiefe Spalte herab, die darin ausgegraben, und die sich bis an das Ende des Tafellandes, 7 englische Meilen bis zur Stadt Queenstown hinab erstreckt, allwo der Fluss in die Niederungen austritt, welche sich bis zum 330 Fuss tiefer liegenden Ontario ausdehnen und diesen umgeben. Das Tafelland zwischen beiden Seen fällt steil ab gegen Queenstown und ist hier plötzlich abgebrochen. Es hat eine sehr gleichförmige geognostische Beschaffenheit. In parallelen Zonen liegen Kalksteine und Schiefer, welche der silurischen Gruppe des Uebergangsgebirges angehören; die oberste Lage besteht aus Sand und Geröllmassen. Nachdem der Fluss ungefähr 50 Fuss mächtige Kalksteinlager durchbrochen hat, stürzt er sich bei den Fällen senkrecht über eine andere beiläufig 90 Fuss mächtige Kalksteinmasse herab, unter welcher eine gleich mächtige, weichere Schiefermasse liegt. Die ungeheure Wassermasse, in jeder Minute 22 Millionen Kubikfuss, *) erzeugt bei ihrem Sturze

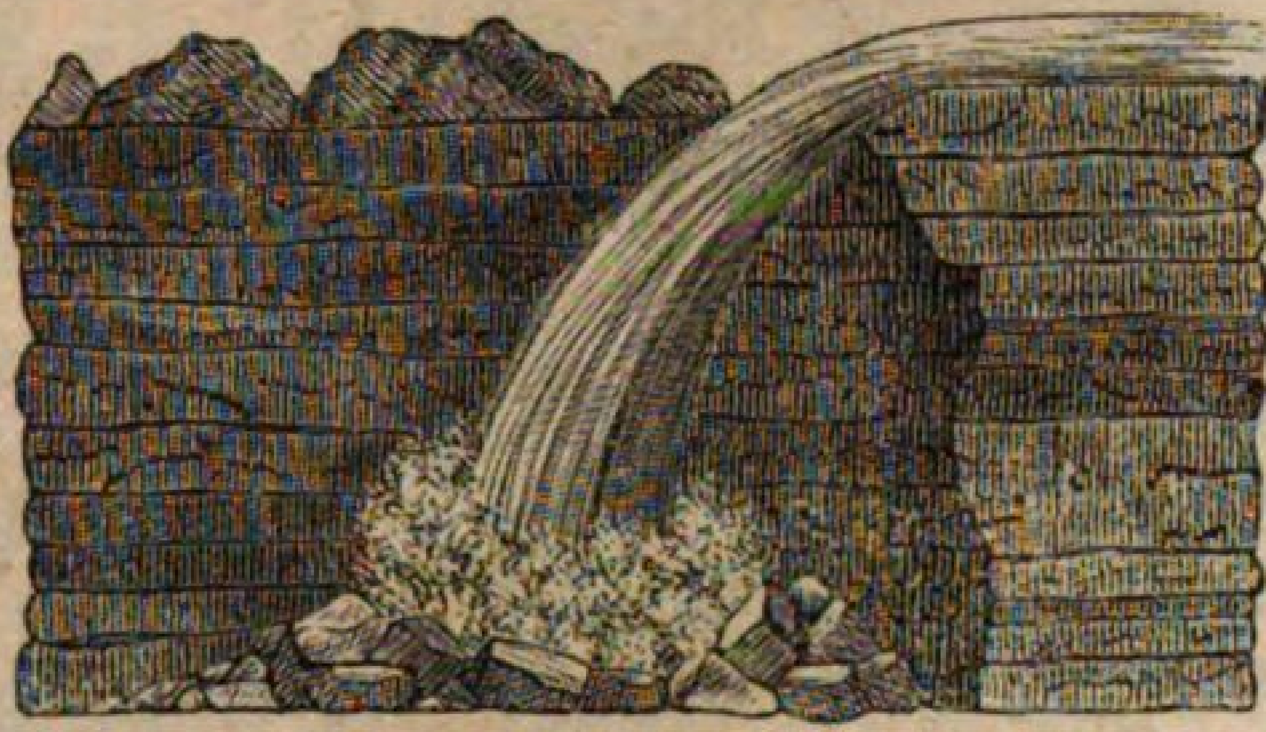
*) Nach *Blakwell* ist die Wassermenge des Falls pro Minute 22.240,000 Kubikfuss = 1,402,500,000 Pfund. Nimmt man nun die Höhe des Falls

heftige Wind- und Wasserstösse gegen die Schiefer, wirft Baumstämme gegen sie, und dadurch sind sie einem unaufhörlichen Angriff ausgesetzt, durch den sie zerstört und untergraben werden. Der aufgelagerte feste Kalkstein wird auf diese Weise unterhöhlt, bildet vorragende Felsenplatten, die nach und nach ihre Unterstützung verlieren und von Zeit zu Zeit mit Donnergetöse einstürzen. Der plötzliche Einsturz mächtiger Felsstücke von unterhöhltem Kalkstein am Horse-shoe-Fall im Jahr 1828 und ein anderer am American-Fall im Jahr 1818, soll die ganze umliegende Gegend wie ein Erdbeben erschüttert haben. Also gräbt sich das Wasser immer weiter rückwärts ein und steigt die Spalte immer weiter hinauf gegen den Eriesee. Lyell nimmt an, dass der Niagara jährlich um 1 Fuss zurückweiche; in diesem Falle hätte der Fluss zur Bildung der Spalte von Queenstown herauf bis zu dem jetzigen Falle einen Zeitraum von 36,000 Jahren gebraucht. Bakewell dagegen nimmt an, dass der Niagara in den 40 dem Jahr 1830 vorangegangenen Jahren ungefähr 1 Elle jährlich zurückgegangen sei. Von dem jetzigen Stande der Fälle, bis herauf zum Eriesee, sind es noch 25 englische Meilen. Wenn das Rückschreiten des Flusses nach Bakewells Annahme gleichmässig auch in der Folge statt findet, so erreicht der Fall den Eriesee gleichfalls in einem Zeitraume von etwa 35,000 Jahren. Dann ziehen seine Wasser durch den bis zu seinem Spiegel rückwärts eingegrabenen Canal völlig ab und sein Becken wird trocken gelegt, wenn es bis dahin nicht schon ganz mit Schutt ausgefüllt ist, der dem seichten See (von beiläufig 22 Meter Tiefe) alljährlich zugeführt wird. Diese Thatsachen beweisen jedenfalls, dass die in Nordamerika herrschende Meinung begründet ist, der Fall des Niagara sei einstens unten bei Queenstown gewesen und habe eine rückgängige Bewegung gemacht. Lyell hat dasselbe Zurückweichen auch bei verschiedenen anderen Wasserfällen im Staate New-York in Gesellschaft von Hall beobachtet. Einige derselben durchschneiden die Felsen ganz

= 160 an, setzt man den Verlust an nutzbarer Kraft bei Anwendung auf Wasserwerke = 1/3 und 1 Pferdekraft = 33,000 Pfund in der Minute 1′ hoch gehoben, so erhält man:

$$\left.\frac{1.402{,}500{,}000 \text{ Pfd. Wasser} \times 160' \text{ Fall}}{33.000}\right\} - \tfrac{1}{3} = 4\,533{,}334 \text{ Pferdekraft!}$$

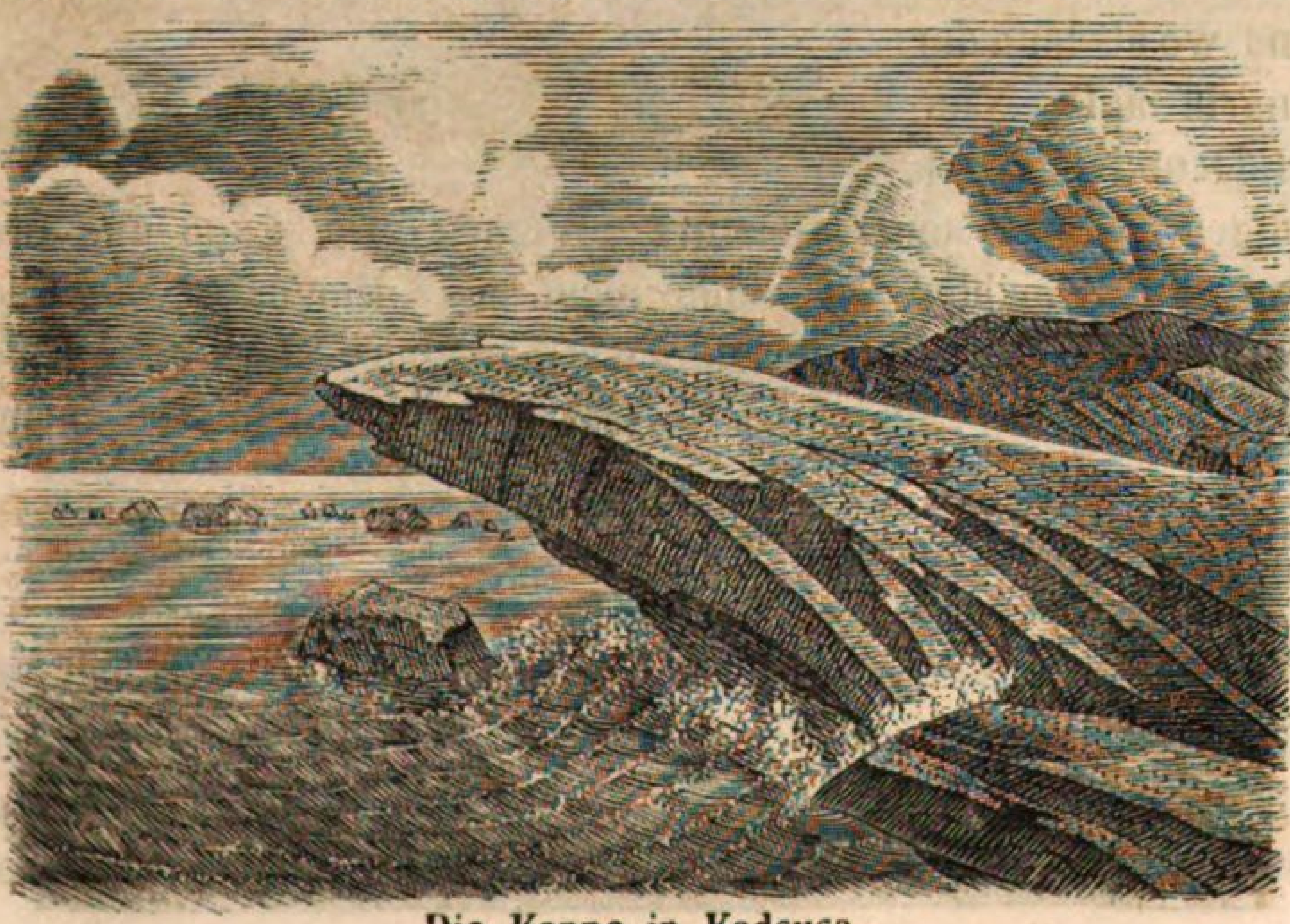
so wie der Niagara, so der Genesee bei Rochester. Auf solche Weise gräbt sich an Stellen, wo Bäche oder Flüsse Wasserfälle bilden, das Wasser immer rückwärts eine Spalte von der Breite seines Rinnsals ein u. macht so eine retrograde Bewegung.



Auswaschung und Zerstörung der Küsten durch die Wellen.

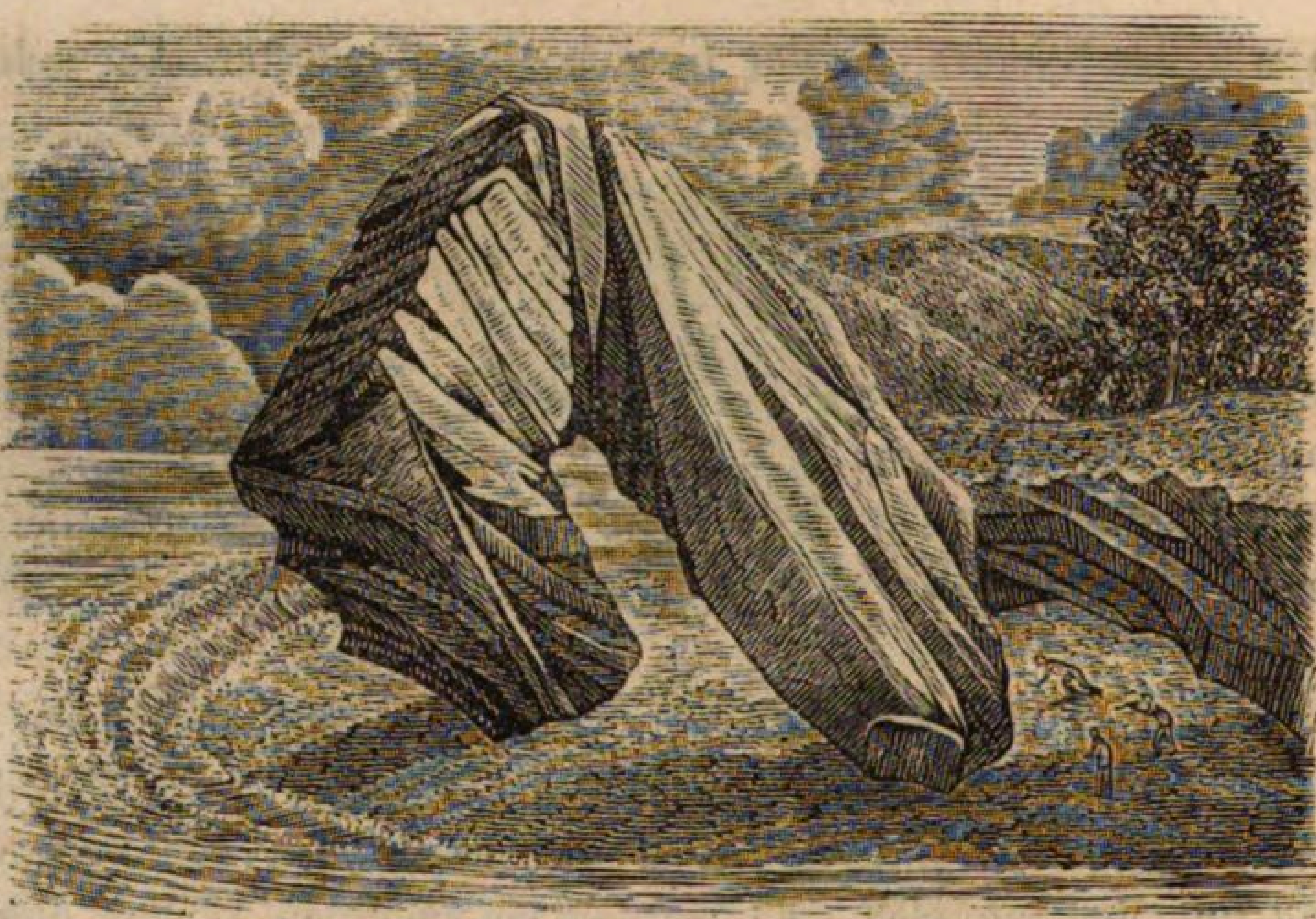
Wo die Meeresküsten aus Felsen bestehen und über den Wasserspiegel hervorragen, wo sie mehr oder weniger hoch sind und steil abfallen, da werden sie von den Wellen angegriffen, die Gesteine werden erweicht, ausgewaschen oder unterwaschen und nach und nach zerstört. Je steiler die Küste ansteigt und je weicher das sie zusammensetzende Gestein ist, desto augenfälliger tritt die zerstörende Wirkung des Meeres hervor, insbesondere wenn die Küstenlinie den herrschenden Winden, den West- und Nordweststürmen und einer heftigen Brandung ausgesetzt ist. An ausgesetzten Küstentheilen schlagen die Wellen bei schweren Stürmen mit solcher Kraft gegen die Felsen, dass sie zu erzittern scheinen.

Weichere Gesteine werden dabei schnell zerstört, unterwaschen, ausgehöhlt und die überhängenden Massen stürzen von Zeit zu



Die Kanne in Kadsusa.

(Aus v. Siebold's Nippon I.)

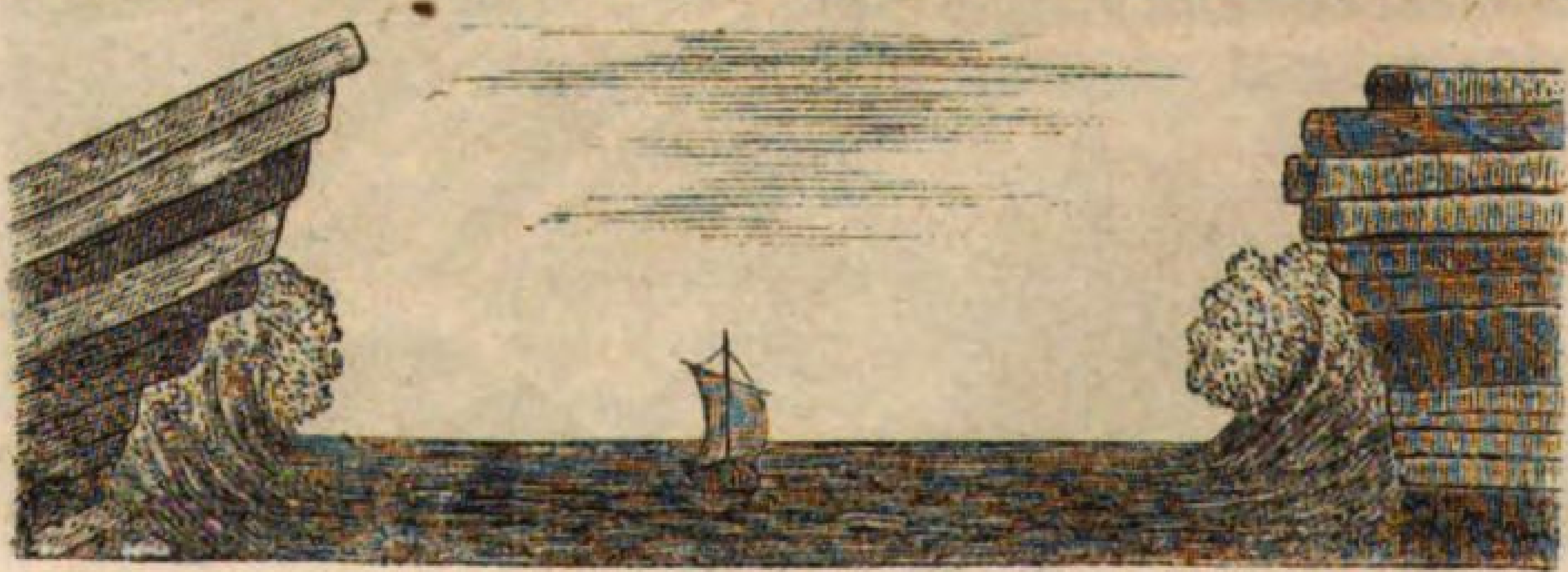


Die Frau- und Mannsnase in Kadsusa.
(Aus v. Siebold's Nippon I.)

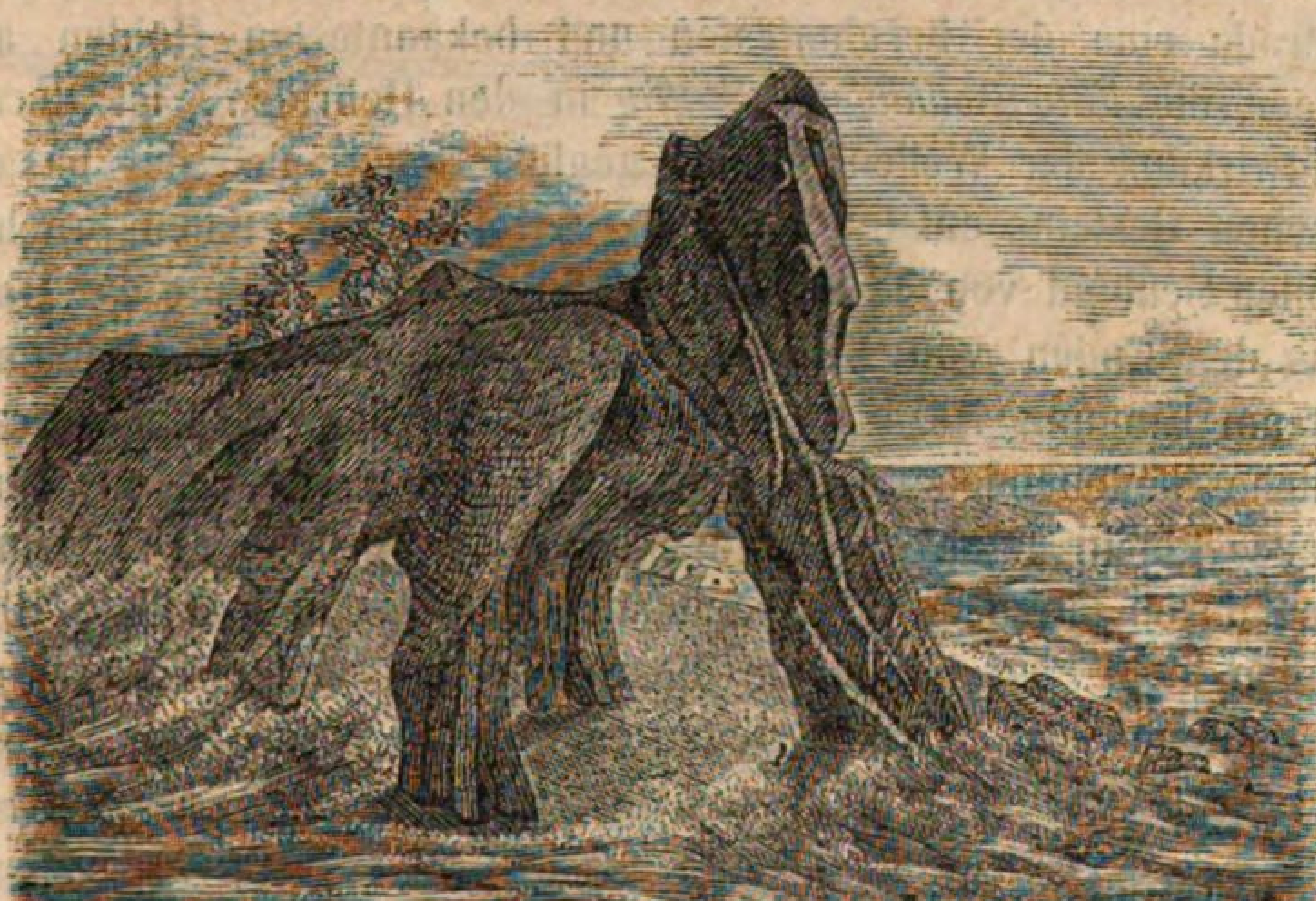
Zeit seewärts ein, wobei mitunter grosse Felsmassen einbrechen und seltsame Formen annehmen. Wenn der Abfall der Küste durch ein weicheres und ein darauf ruhendes hartes Gestein gebildet wird, so bilden sich durch Unterwaschungen der weicheren Masse überhängende Felsen der härteren, die nach und nach herabfallen und deren Trümmer für einige Zeit den unteren Theil vor weiterer Zerstörung schüzzen, bis auch sie allmählig verkleinert u. in Sand verwandelt sind, wo alsdann der Angriff auf's Neue erfolgt und sich nach



einiger Zeit ein neuer Einsturz ereignet. Die Lage und Stellung der Schichten ist dabei nicht ohne Einfluss; wagerecht liegende und aufrecht gestellte werden gleich stark angegriffen, stärker aber die Schichten, welche sich landeinwärts neigen



deren hervorragende Köpfe gegen das Meer sehen und dessen freier, voller Einwirkung ausgesetzt sind. Nur wenn die Schichtenneigung seewärts ist, zeigt sich der Angriff der Wellen schwächer. Seewärts einfallende Schichten eines nur einigermassen harten und festen Gesteins, wirken wie ein Damm schützend gegen den Angriff des Meeres. Die Welle, welche auf dem Abhang zurücklauft, vermindert die Kraft der nächsten gegen die Küste andringende Welle, und was ihr dabei an Kraft übrig bleibt, wird darauf verwendet, langsamer den Abhang hinauf zu rollen, auf dem sich kein hervorragender Theil befindet, der ihr einen Widerstand entgegensetzt. Auf diese Weise werden die Küsten, je nach der Festigkeit des Gesteins, nach der Stellung seiner Schichten, nach der Ausdehnung des Meeres vor ihnen und nach ihrer Lage ganz verschiedentlich angegriffen, und darauf beruht denn auch vorzüglich ihre Gestaltung. Aber selbst die allerfestesten Gesteine widerstehen der ununterbrochenen auswaschenden und annagenden Kraft der Wellen nicht. Sie höhlen fort und fort Vertiefungen und Löcher aus und zernagen die Felsen auf die wunderlichste Weise.



Die Küste von Tsukaru.

(Aus v. Siebold's Nippon I.)

Die Insel *Helgoland* ist ein schönes Beispiel dafür. Sturm und Wellen nagen das ganze Jahr an ihren Felsen, die auf der Nordwestseite 200 Fuss hoch sind, allwo der Angriff des Meeres am thätigsten und wirksamsten ist. Die Schichten sind unter etwa 25° von W. nach O. geneigt. Diese Verflächung hat an

der Ostseite die Bildung einer Schutthalde begünstigt, auf welcher das jetzige Vor- oder Unterland liegt; auf der westlichen Seite dagegen, wo die aufgereiheten Schichtenköpfe gegen das Meer gekehrt sind, haben die Wellen eine fortdauernde Zerstörung ihres untern Theiles ausgeübt, Auswaschungen und Nachstürzen der oberen Massen bewirkt, deren Schutt stets wieder zerkleinert und weggespült wurde. Von der Nordwest- bis zur Südspitze zählt man auf der westlichen Seite 22 Einschnitte, kleine Buchten und 25 Hörner. Hier wurden durch das Ausspülen weicher Massen Höhlen und Felsenthore (Junggatt, Mörmersgatt) und thurmhohe freistehende Felsen gebildet, welche unter dem Namen „Mönch" und „Nonne" bekannt sind und jetzt an ihrem Fusse fortwährend angenagt werden, bis auch sie endlich einstürzen. Am ausgezeichnetsten unter diesen Felsen ist der sogenannte „Hengst", die freistehende Nordspitze der Insel, deren Fuss durch Ausspülung in mehrere Pfeiler getheilt ist, ähnlich den Füssen eines colossalen Elephanten.

Mitunter graben die Wellen grosse Höhlen im Gesteine, und gerade eine der berühmtesten und bekanntesten Höhlen am Meer, die *Fingalshöhle* auf *Staffa* in den Hebriden, ist durch Einwirkung der Wellen auf die gegliederten Säulen des basaltischen Gesteins entstanden. Diese Höhle stellt einen prachtvollen Schlund von 42 Fuss Weite und 227 Fuss Länge dar. Ihre aus den Enden von Basaltsäulen zusammengesetzte Wölbung ist am Eingang 100 Fuss über dem Boden, der gleichfalls durch solche Säulenenden gebildet wird und wie gepflästert aussieht; weiter hinein nimmt die Höhe bis auf 50 Fuss ab. Die Seiten sind durch lange aufrecht stehende Basaltsäulen gebildet. Der Boden ist 9 Fuss hoch vom Meer bedeckt, das im aufgeregten Zustand mächtige Wellen gegen die Wände wirft, deren Getöse verstärkt von der Wölbung wiederhallt.

*Ablagerungen von Schutt *) in Seen.*

Führt ein mit Sand, Thon und Schutt beladener Bach oder Fluss seine Wasser einem See zu, so bildet sich am Einfluss

*) Für den Namen Schutt, wird häufig auch das Wort *Detritus* gebraucht, abgeleitet vom lateinischen Worte *Detritum*, was einen durch mechanische Kräfte *abgeriebenen* Körper bezeichnet.

in ein solches von stehendem Wasser erfüllte Becken eine Ablagerung der Schuttmassen, indem das ruhige Seewasser die Bewegung des fliessenden Wassers aufhält. Dabei werden zunächst am Einfluss die Gerölle und der grobe Sand abgesetzt, die trüben Wasser aber, in welchen die feineren Theile aufgeschwemmt sind, werden weiter in den ruhigen See hineingeführt, die Bewegung des einströmenden Wassers vermindert sich dabei, hört bald ganz auf, das trübe, schwerere Wasser sinkt in Wolken nieder und setzt den feineren Sand und Schlamm ab. Je mehr das trübe Wasser Geschwindigkeit hat, desto weiter dringt es in den See vor und um so weiter werden auch noch gröbere Theile geführt. Auf solche Weise wird der Seeboden erhöht und an den Einmündungen der Bäche und Flüsse der Wasserstand seicht. Da wo die Hauptströmung hingeht, da grabt sie sich in der Ablagerung selbst einen Canal aus, zu dessen beiden Seiten fortwährend Schutt abgelagert wird. Ein gutes Beispiel dieser Art gibt der Einfluss des *Rheins* in den *Bodensee* zwischen Rorschach und Lindau.



Tiefen des Bodensees am Einfluss des Rheins und der Aach.

Die Geröllmassen sind dort durch die starken Wasser des Rheins weit in den See vorgeschoben, bilden Vorsprünge, Erdzungen, ein breites Vorland, und auch unter dem Wasser erstrecken sich Schuttablagerungen weit in den See, als namhafte Erhöhung des Bodens, so dass unmittelbar vor der Einmündung des Flusses, der Seeboden nur 9 Fuss unter dem mittleren Wasserspiegel liegt, zu beiden Seiten der Schuttablagerung aber sich schnell in die Tiefe senkt. Weiterhin gegen *Bregenz* fällt bei *Mererau* die *Aach* in den See, welche schuttbeladen aus den Gebirgen des Bregenzer Waldes in schnellem Lauf herabkömmt, Gerölle, Sand und Thon in den See vorschiebt und dessen Boden erhöht.

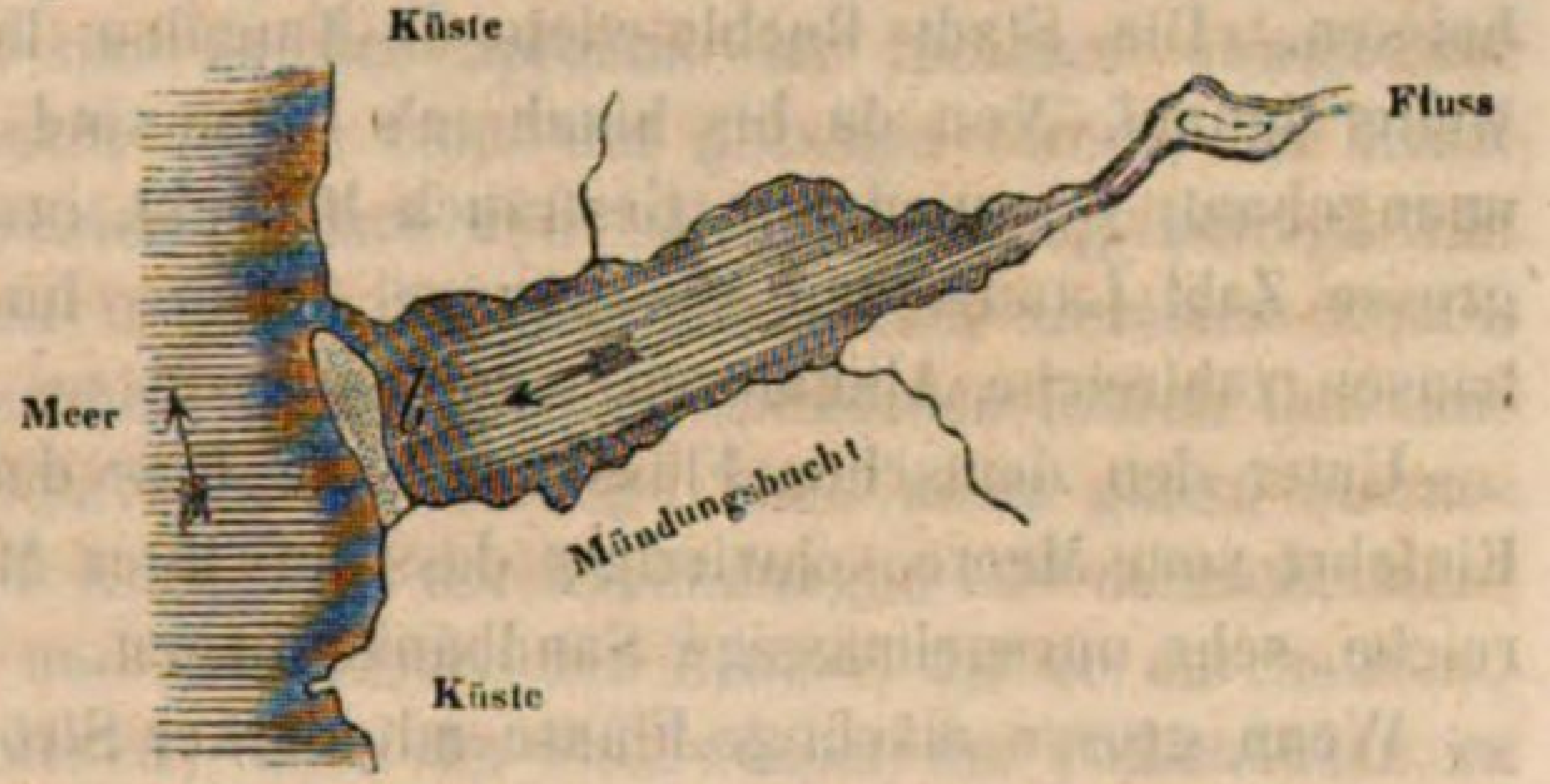
Auf eine ähnliche Weise nimmt der *Genfersee* den Schutt der *Rhone* auf, der *Comersee* die Gerölle der *Adda*, der *Langensee* die Schuttmassen des *Tessin*, wobei ihr Boden am Einfluss der Gewässer beständig aufgefüllt und erhöht wird.

Fortführung von Schutt, Thon und Sand in's Meer.

Wenn sich von Schutt beladene Gewässer in Seebecken ergiessen, so setzen diese ihrer Weiterführung Schranken, denn er lagert sich in ihnen ab und füllt sie nach und nach auf. Geht aber die Strömung der Bäche und Flüsse ununterbrochen fort, so werden auch Schutt, Gerölle, Sand und Thon damit fortgeschoben. Nur an solchen Stellen finden Ablagerungen statt, wo die Geschwindigkeit der Strömung vermindert, oder aufgehoben ist. Diess zeigt sich überall da, wo ein schuttführender Bach oder Fluss sich ins *Meer ergiesst.* Hier wird die Kraft des strömenden Wassers durch die Gewalt der Fluth gehemmt. Hat der Fluss eine *weite grosse Mündung* in ein Meer, das hohe Fluthen hat und treten diese ungehindert in die *Mündungsbucht* eines Flusses ein, dessen Kraft nicht beträchtlich und dessen Schuttführung nicht gross ist, so wird die Mündung häufig offen erhalten. Die volle Fluth, welche in eine solche weite Mündung eintritt und in ihr bis zu einer gewissen Höhe aufsteigt, bewirkt eine solche Bewegung des Wassers in der Bucht, dass die aufgeschlemmten Thon- und Sandmassen, welche vom Fluss in dieselbe herabgeführt worden sind, schwebend erhalten werden. Zur Zeit der Ebbe, wo das Fluthwasser wieder meerwärts geht und damit auch das bisher zurückgehaltene Wasser des Flusses, wird alsdann der Schlamm aus der Mündungsbucht hinaus ins Meer geführt und damit auch, durch die Reibung des rückfliessenden Wassers am Boden, ein Theil des schon abgelagerten Schlammes. Das trübe schlammbeladene Wasser wird dabei vollständig dem Meere zugeführt, wenn seine Grenzlinie bei dem tiefsten Stand der Ebbe ganz ausserhalb der Bucht gekommen ist. Die stark bewegten Wellen der nächsten Fluth führen an freien Meeresküsten das trübe Wasser nicht mehr in die Bucht hinein, und so bleibt die Mündung *offen.* Die Wassermündung unterhalb Bremen, die weite Mündung des St. Lorenzostromes an der Meeresküste von Unter-Canada, die Mündung der Schelde bei Antwerpen, die Mündung des Tamar bei Plymouth, die Mündung der Themse bei London u. v. a., sind *offene Mündungsbuchten.*

Hat ein Fluss, der mit einer grossen Schuttmasse beladen ist, eine kleine Mündungsbucht, in welche die Fluth nicht

kräftig eintreten kann, wird die Ebbe derselben bei ihrem Eintritt in's Meer aufgehalten, geht die Fluthbewegung nicht in der Richtung der Bucht, sondern unter einem Winkel gegen dieselbe, und wie es häufig der Fall ist, der Küste entlang, rechtwickelig gegen sie — so entsteht eine Ablagerung derselben, es wird ein *Barren* gebildet und dadurch die Mündungsbucht mehr oder weniger geschlossen. Wenn sich, wie die Figur darstellt, eine Mündungsbucht von der Meeresküste beinahe rechtwinkelig in das Land hinein erstreckt u. der



Fluss bei hohem Wasserstande eine grosse Menge Schutt in dieselbe führt, so läuft zur Ebbezeit, wenn die Ebbe längs der Küste in der Richtung des Pfeils eingetreten ist, das schlammige Wasser der Bucht gegen das bewegte Meer, wird aber durch die beinahe rechtwinkelig dagegen strömende Fluth aufgehalten. Dadurch entsteht bei *b* eine Ablagerung, welcher die der Küste zulaufenden Wellen noch weiteres Material zulegen, und auf diese Weise wird die Mündungsbucht durch einen *Barren* mehr oder weniger verschlossen, welcher die Einfahrt in denselben sehr behindert und bisweilen die Flüsse ganz versperrt, wenn er sich bis nahe an den Wasserspiegel erhöht.

Ein *Barren vor einer Mündungsbucht* ist eine ganz gewöhnliche Thatsache, die einen ausserordentlichen Einfluss auf die Schiffahrt und durch diese auf die Verhältnisse des Handels und des Verkehrs hat. An allen Meeresküsten sieht man diese Bildung häufig an den Mündungen kleinerer Flüsse, und zwar an den offenen Küsten des Oceans, wie an den Küsten der Binnenmeere, z. B. an den Mündungen der in's Caspi-Meer einfliessenden Bäche und Flüsse. Burkart hat diese Barrenbildung namentlich an den Mündungen der kleineren mexicanischen Flüsse beobachtet, welche eine grosse Menge Sand, Thon und Gerölle dem Meere zuführen. Sie sind dort ein grosses Hinderniss für die Schiffahrt und den Handel, indem sie sich gewöhnlich bis zu einigen Fussen unter dem Wasser-

spiegel erheben, grösseren Schiffen die Einfahrt in die Flüsse versperren und durch den Andrang der Wellen vielfältig verändert werden und die Stelle wechseln. Der rio Tampico ist durch einen solchen Barren an seiner Mündung geschlossen, über welchem nur 7 bis 10 Fuss Wasser stehen.

Nahe an der Mündung des Flusses liegen daher nur einige Hütten von Fischern und Schiffern, die „barre di Tampico" heissen. Die Stadt Pueblo-viejo-de-Tampico liegt 5 Meilen weiter hinauf. Von da bis hinab in's Meer sind die Ufer flach, unangebaut, von niederem Gesträuch bedeckt, in welchem eine grosse Zahl Land- und Wasservögel leben. Im Flusse selbst hausen zahlreiche Alligatoren.

Unter den deutschen Flüssen ist die *Elbe* dadurch für die Einfahrt vom Meere schwierig, dass an ihrer Mündung zahlreiche, sehr unregelmässige Sandbänke liegen.

Wenn grosse mächtige Flüsse mit starker Strömung sich ins Meer ergiessen, so hält die Ablagerung eines Barrens an der Mündung die Bewegung des Wassers zwar etwas auf, es bahnt sich aber dennoch den Weg zum Meer, indem der Fluss, gewöhnlich vor dem Barren in zwei Arme getheilt, zu den Seiten desselben ins Meer ausfliesst. Durch die aufhäufende Kraft der Wellen wird der Absatz wie fortwährend von dem Fluss, so auch durch die Anspülungen des Meeres vergrössert und es entsteht auf diese Weise ein dreieckiges Landstück zwischen den Flussarmen, das man *Delta* nennt. Seine Form, welche derjenigen eines griechischen Δ ähnlich ist, tritt im Wesentlichen überall gleichartig auf. S. 156. Während der Fluss die Ablagerung rückwärts vergrössert und sich dabei noch in mehrere Arme zertheilt, wird dieselbe auch weiter ins Meer hinaus geschoben, durch vereinigte Wirkung des fliessenden Wassers, der Fluth und Brandung des Meeres. Das trübe Flusswasser fliesst über dem schweren Meerwasser hin und wird in grosse Entfernung hinausgeführt. — Nach Capitän Sabine's Beobachtungen fliesst das trübe Wasser des Amazonenstromes bis auf eine Entfernung von 70 Meilen von seiner Mündung auf dem Meerwasser hin. Dabei wird ein weitverbreiteter gleichförmiger Niederschlag gebildet. Führt ein schuttbeladener Fluss Holzmassen, Baumstämme gegen die Mündung herab, welche sich festsetzen, wo die Geschwindigkeit desselben diess nicht zu hindern vermag, so häuft sich daran alsbald eine

grosse Schuttmasse an. Unter solchen Umständen ist die Ablagerung am beträchtlichsten, indem an solchen Stellen nicht nur der Fluss seine Schuttmassen absetzt, sondern auch die Meeresfluthen, welche dieselben überströmen, Sand und Schlamm darauf ablagern. Die Ausdehnung des Landes gegen das Meer erfolgt in steter Zunahme.

In dieser Beziehung ist besonders der *Mississipi* ausgezeichnet, dessen Name in der Sprache der Indianer „Vater der Wasser" bedeutet. Er ist einer der grössten Ströme der Erde. Der Abstand seiner Quellen von seiner Mündung beträgt 320 deutsche Meilen und der Flächenraum seines Gebietes 53,600 deutsche Geviertmeilen. Zahlreiche Nebenflüsse führen ihm ihre Wasser zu. Sein Lauf ist so lang, dass seine ganze Stromentwicklung mit Einschluss der Krümmungen 730 deutsche Meilen ausmacht, und die Klimate der Länder, die er durchströmt, sind so verschieden, dass die Fluthwasser der Nebenflüsse zu sehr verschiedenen Zeiten zu ihm treten, wodurch es geschieht, dass ihm fortwährend Schutt- und Schlamm-Massen, bald durch diesen, bald durch einen andern Nebenfluss zugeführt werden. Sein Gefälle ist schwach, daher die vielen Krümmungen. Zur Zeit der grossen Anschwellungen, werden öfters zwischenliegende Landengen durchbrochen, ältere Ablagerungen, Uferstücke und darauf stehende Wälder fortgerissen, neue Ablagerungen gebildet, die später dasselbe Schicksal haben. Eine unermessliche Masse von Geröllen, Sand, Thon und Schlamm wird herabgewälzt und eine grosse Menge von Baumstämmen wird aus den waldigen Districten herausgetrieben. Diese häufen sich an einzelnen Stellen an und bilden wahre *Flösse*, welche die ganze Breite des Flusses einnehmen, mit diesem fallen und steigen. Dreissig geographische Meilen landeinwärts trennt er sich in zwei Arme, von welchen der westliche kleinere *Atchafalaya* heisst, während der östliche, grössere den ersten Namen behält. Hier liegt die Spitze des ungeheuern *Deltas,* welches der Strom in der Annäherung ans Meer bildet, das aus einer Ablagerung von Sand, Thon, Schlamm mit Pflanzentheilen und Treibholz untermengt besteht. Er ist in unzählige kleinere Ströme, Seen und Sümpfe getheilt und von Alligatoren bewohnt.

Die vom Hauptstrom abgehenden Arme, die man *Bayous* nennt, liegen höher, als das umliegende flache Land. Ihre

Wassertiefe ist im Vergleich zu der des Missisippi, der eine Tiefe von 30 bis 40 Meter (100 bis 130 Fuss) hat, sehr gering. Sie fliessen mit einer seichten Seitenöffnung ab und führen, ausgenommen die Zeit der hohen Sturmfluthen, eine ganz kleine Menge der Mississipi-Gewässer ins Meer. Einige derselben bringen ihm sogar im Sommer, anstatt von ihm Wasser zu empfangen, dieses aus den sumpfigen Niederungen zu. Die Fluth steigt nur eine kleine Strecke vom Meer in den Hauptstrom auf. Sie ist zu Neu-Orleans gewöhnlich nicht mehr fühlbar. In seinen Armen aber, in den Bayous und namentlich im Atchafalaya, steigt sie, obgleich ihre Höhe im Golf von Mexico nur 3 Fuss beträgt, bis über jene Stadt hinauf. Der Hauptstrom liegt aber auch höher als alle seine Verzweigungen und die zahlreichen Lagunen zwischen ihnen. Die Ufer des Hauptstromes, an denen sich eine grosse Masse Schlamm abgelagert hat, liegen höher als davon entfernte Landestheile; bei Neu-Orleans, ganz nahe an der Stadt, stromaufwärts, liegt das rechte Ufer mehr als 10 badische Fuss (3,^{m} 5) höher, als ein davon 7000 Fuss entfernter Punkt. Mehrere grosse Lagunen liegen im Delta dieses Stromes; am Meere hin liegen viele mit brakischem Wasser, von welchen einige weit ins Land eindringen und die Beschaffenheit wahrer Seee haben. Diese liegen in der Regel zwischen den Bayous, die öfters mit ihnen in Verbindung stehen und bisweilen sie durchfliessen. Beim Hauptstrom ist diess nie der Fall. Dieser verfolgt seinen Lauf geraden Wegs bis ins Meer und er geht selbst über die Dünenzone hinaus in dem Rinnsal, den er sich in den Schlamm- und Holzmassen gegraben und ausgeweitet hat. Auf 7—8 Meilen von der Mündung stromaufwärts sind die Ufer dieses gewaltigen Flusses *ein* Sumpf, der baumlos, nur mit Rohr- und Schilfgewächsen erfüllt und fast unbewohnt ist. Einige Fischerhütten sind die einzigen Wohnungen in dieser traurigen Gegend. Ein 10—12 Meilen breiter Saum von unbewohnbarem Lande umgibt, nach Capitän *Hall*, die Mündungsküste dieses Stromes.

Seine Wassermasse ergiesst sich aus fünf Oeffnungen ins Meer; drei davon sind die Hauptmündungen, und diese haben eine solche gegenseitige Lage, dass sie genau einen Gansfuss vorstellen. Jeder Arm theilt sich, noch ehe er das Meer erreicht, und ist bis zu demselben von einem schmalen Uferstrich eingefasst. Die fünf Mündungen liegen am Ende eben so vieler

Arme, die vom Hauptstrand divergirend auslaufen und eine Länge von 1 bis 2 Meilen haben. Die grösste Mündung ist die südöstliche; hier ist Balire, die Station der Piloten, ein hölzerner Thurm, der inmitten des Rohrdickichts liegt. Auf der nahen Insel *Franks-Island* befindet sich ein Leuchtthurm. Die Schiffe laufen theils durch die grosse südöstliche Mündung ein, theils durch die nordöstliche und südwestliche. Vor jeder liegt ein Barren und die Wassertiefe ist daher gering. In der Hauptmündung beträgt sie 4—5 Meter; in der südwestlichen 3,^{m} 66 und noch weniger in den andern Mündungen. Diese geringe Wassertiefe über den Barren an den Mündungen contrastirt mächtig mit der Tiefe des Mississipi, die 30 bis 40 Meter beträgt. Man lernt hieraus die kräftige Wirkung des Meeres kennen und wie dessen Wellen den Schutt der Flüsse zurückwerfen.

Der Mississipi führt ungeheure Schlammmassen ins Meer herab, womit er zur Zeit der Ueberschwemmungen das umliegende Flachland weithin überschüttet, und den er in so unermesslicher Menge ablagert und vorzüglich an der grossen Mündung, dass die Wirkungen des Flusses hier beinahe ins Wunderbare gehen. Zur Zeit der grossen Fluthen und der Ueberschwemmungen werden ungeheure Schuttmassen und Millionen Baumstubben und Stämme herabgeflösst. Der untere Mississipi hat zu dieser Zeit nicht mehr das Ansehen eines Flusses; er gleichet einem Schlamm-Meer, das sich gegen den mexicanischen Meerbusen stürzt. Weithin werden Baumstämme auf dem Meer getragen, bis nach Vera-Cruz herab und häufig Stämme von ausserordentlichen Dimensionen, von 100 Fuss Länge und 3 bis 6 Fuss Durchmesser. Ihre Ansammlung, Untermischung und Einbettung in den Flussschlamm, bildet die Grundlage des Delta-Bodens und rückt diesen, und damit den Rinnsal des Mississipi tagtäglich weiter ins Meer hinaus. Die vielen Inseln vor und zwischen den Mündungen sind wie diese fortwährenden Veränderungen unterworfen, das Fahrwasser wird vielfältig verändert und die Schiffahrt schwierig. Das Fortrücken der Verlandung beträgt jährlich gegen 350 Meter oder über 1100 badische Fuss. Auf einer Strecke von 14 bis 16 Meilen, besteht der Boden, welcher den Strom trägt, aus einem wahren Floss, der nur beim niedrigsten Wasserstande bloss liegt und der durch den Schlag der Meereswellen und den An-

drang des Stromwassers stellenweise gebogen und auseinander gerissen wird. Dadurch werden seltsame Erscheinungen hervorgebracht. Major Delafield, der längere Zeit im Fort Jackson nahe an der Strommündung stationirt war, hat beobachtet, dass bei dem Barren an der Ausmündung sich bisweilen Höhlungserscheinungen kund geben, welche wahrscheinlich mit gleichzeitigen Einsenkungen an andern Stellen in Verbindung stehen. Er sah eine untergegangene Goelette, von welcher nur noch der Mast hervorragte, einige Zeit nachher auf einer Insel über dem Seespiegel. Ein englisches Schiff, welches Platten von Portland-Kalk als Ballast mitgenommen hatte, sah sich genöthiget, vor dem Barren einen Theil derselben über Bord zu werfen. Bald nachher lagen die Platten auf einer Insel über dem Wasser. Gar nicht selten sieht man vor der Mündung plötzlich Inseln aufsteigen. Sie haben im Moment der Entstehung eine gewölbte Oberfläche, die bald nachher einsinkt, so dass an ihre Stelle eine konische Vertiefung tritt. Es steigt daraus Wasser auf, das nach und nach den Schlamm aufspült, durch welchen die Baumstämme unter einander verbunden sind, aus welchen die Insel besteht. Die Stämme trennen sich, sinken unter und die Insel verschwindet!

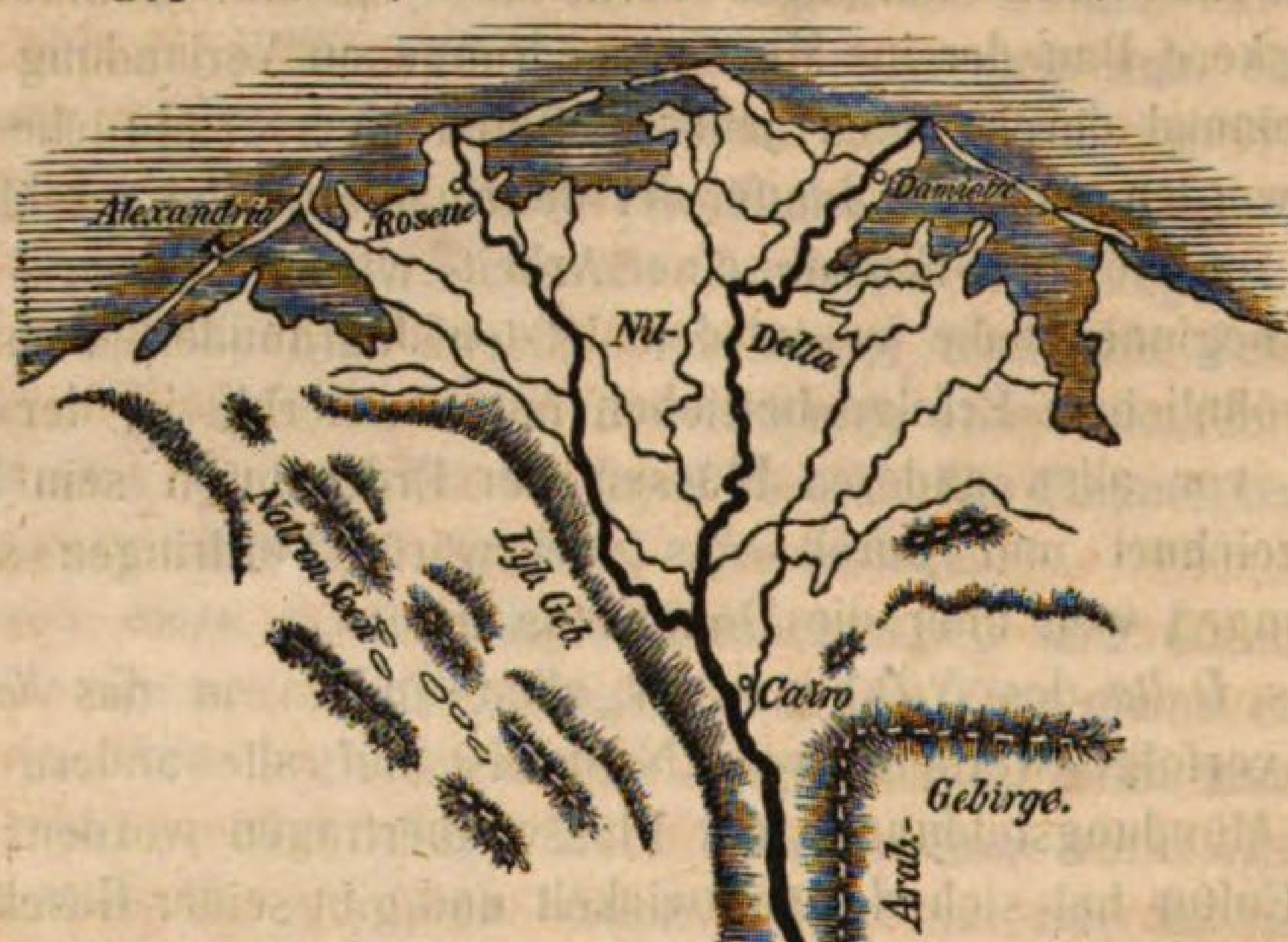
Durch diese merkwürdigen Erscheinungen und durch das weite Vordringen der Mündungen über die Dünenzone ist das Mississipi-Delta vor allen andern ausgezeichnet. Seine mächtige Wassermasse, das ruhige Meer neben seinen vordringenden Armen und die grössere Wirkung der Fluth auf die Baumstämme, im Vergleich seiner Einwirkung auf Sand- und Schlammablagerungen — diese besonderen Verhältnisse am Meereseintritt dieses Stromes, erklären die geschilderten Eigenthümlichkeiten. Wäre indessen die Verlandung von jeher in demselben Verhältnisse fortgeschritten wie gegenwärtig, so müssten die Mündungen noch viel weiter seewärts vorgedrungen sein; sie ist offenbar jetzt stärker, als früher. Darauf hat wohl die Urbarmachung ungeheurer Strecken Landes im Innern von Nordamerika und innerhalb seines Stromgebietes einen entschiedenen Einfluss, die seit der Mitte des verflossenen Jahrhunderts in zunehmendem Verhältniss die Cultur in Gegenden gebracht hat, die bis dahin im Urzustande waren. Die Umbrüche, Rodungen, Canalanlagen haben sonder Zweifel vielen den Zuflüssen des Stromes mehr Schlamm und Gestrüppe zugeführt, die Schnellig-

keit der Anschwellungen vermehrt, so wie die Kraft, mit welcher die Ufer angegriffen, untergraben, streckenweise eingerissen und fortgeführt wurden, wobei unzählbare Stämme uralter Bäume mit fortgeschwemmt worden sind. Längs des *Mississipi* und seiner Verzweigungen hat man, wie am *Rhein, Dämme* gebaut, Uferbefestigungen gegen die angreifende Gewalt seiner Hochwasser. Am Hauptstrom selbst sind sie auf eine Strecke von mehr als 50 Meilen an beiden Ufern angebracht; diess beschleunigt seinen Lauf und hat zur Folge, dass beinahe aller Schutt, den er mit sich führt, bis zum Meere gelangt, weil seine Gewässer die Dämme nicht überschreiten und seitliche Ablagerungen machen können. Man sieht leicht ein, welchen Einfluss die *Cultur* auf diese Verhältnisse ausübt. Könnte aber der lockere Bau der ins Meer vorgedrungenen Verlandung nicht auch einmal durch einen jener heftigen Meereseinbrüche zerstört werden, die im Laufe der Jahrhunderte sich ereignen? Dann müsste der Strom seine Arbeit wieder seewärts aufs Neue beginnen, die er in den letzten Jahrhunderten mit so ungewöhnlichem Erfolge betrieben hat. Immerhin ist der Mississipi vor allen anderen Flüssen der Erde durch sein Delta ausgezeichnet und durch das meerwärts Vordringen seiner Mündungen weit über die Dünenzone hinaus.

Das *Delta* des *Nil* kann vor allen andern in das *höchste Alter* verfolgt werden; *sein* Name ist auf alle andern ähnlichen Mündungsbildungen der Flüsse übertragen worden; eine frühe Cultur hat sich dort entwickelt und gibt seiner Geschichte eine besondere Bedeutung. Alljährlich verbreiten sich seine Gewässer über das Land und befruchten es. Mitte August wird der Hauptcanal in Cairo durchstochen: ganz Unter-Aegypten verwandelt sich jetzt in einen Landsee, über welchen Städte und Dörfer als Inseln hervorragen. So bleibt es bis Anfang September. In horizontalen Schichten breitet sich der Schlamm wie eine Decke aus und erhöht die Ländereien an den Uferseiten, vermehrt den Boden. Mit Anspielung darauf nannten die ägyptischen Priester den Boden ihres Landes ein „Geschenk des Nil". Das Bauland bildet gegenwärtig in der Mitte des Nilthals einen flachen Bogen, auf dessen grösster Höhe die Stromrinnen hinlaufen.

Von seinen unbekannten Quellen fliesst der *Nil* nach Abyssinien und Nubien, tritt bei *Phylae* etwas oberhalb *Assuan,*

dem alten *Syene*, in Aegypten ein und bildet hier Wasserfälle, die im Alterthum berühmt waren. Von da bis Cairo ist das Nilthal zu beiden Seiten von Gebirgen eingefasst, vom lybischen und vom arabischen Gebirge. Bei Cairo treten diese Gebirge aus einander, die bis dahin in Süd-Nord-Richtung mit einander parallel gelaufen; das lybische Gebirge wendet sich gegen Nordwest, das arabische nach Osten. Am Divergenz-Punkte bilden diese Gebirge einen Winkel von 140°; zwischen ihnen liegt nun die grosse ägyptische Bucht und in deren Mitte bis herab zum Meer, das *Delta*, der eigentlich allein cultivirbare Theil Aegyptens. Schon an den Seiten und bis zum Fuss der Gebirge liegt der Sand der Wüste. Die Gestalt Unter-Aegyptens ist, wie es die Figur darstellt, ein Dreieck,



an dessen Spitze sich der Nil in zwei Arme theilt. Eine Menge Canäle durchziehen in allen Richtungen das Land, die ihr Wasser alle aus dem Nil ziehen und dem Meere zufliessen und innerhalb der Dünenzone eine Menge Seen und Lagunen unterhalten, welche ein Fünftel des Baulandes einnehmen, dessen Oberfläche 400 geographische Quadratmeilen misst. Von der Spitze des Delta bei Cairo bis zur Küste ist eine Entfernung von 23 geographischen Meilen; zwischen den beiden heutigen Hauptmündungen, zwischen dem Rosette- und dem Damiette-Arm beträgt sie 15½ deutsche Meilen; zwischen Alexandria bis zur Stelle des alten Pelusiums 36,4 Meilen.

Die Alten führten sieben Nil-Mündungen an und zwar von West nach Ost: 1) die *canopische,* welche bei der alten Stadt Canope lag; 2) die *bolbitinische* Mündung, welche Herodot eine gegrabene nennt, der heutige Arm von Rosette; 3) die *sebe-*

nitische Mündung; 4) die *bukolikische* Mündung, nach Herodot gleichfalls gegraben, der heutige Arm von Damiette; 5) die *mendesische* Mündung; 6) die *tanitische*; 7) die *pelusische*. Von diesen sind heute die *Rosette-Mündung*, welche der alten bolbitinischen entspricht, und die *Damiette-Mündung*, die alte bukolikische, die Hauptmündungen des Stromes.

Beide Nilmündungen sind durch Barren gesperrt. Die Mündung von Rosette hat eine Breite von 600 Meter (2000′ bad.) und nur 1,ᵐ6 Wassertiefe; die Damiette-Mündung eine Breite von 300 Meter (1000′ bad.) und 2,ᵐ5 Wassertiefe. Der fette Boden, den der Nil absetzt, ist der Hauptmasse nach ein bildsamer Thon, der sich beim Austrocknen stark zusammen zieht und spaltet. In uncultivirten Gegenden wird der Boden von so vielen und so grossen Rissen durchzogen, dass nur die einheimischen Pferde gut darauf fortkommen. Der trockene Nilschlamm ist ziemlich hart, braun, feinerdig, zerfällt im Wasser und braust auf mit Säuren. Er besteht im ausgetrockneten Zustand, wie man ihn erhält, wenn er einige Stunden der Siedehitze des Wassers ausgesetzt war, nach Lassaigne aus:

Kieselerde	42.50
Thonerde	24.25
Eisenoxyd	13.65
Kohlensaurer Kalkerde	3.85
Kohlensaurer Bittererde	1.50
Ulminsäure und organischer stickstoffhaltiger Substanz	2.80
Wasser	10.70
	100.00

Die Bodenerhöhung, welche durch die alljährliche Ueberschwemmung des Nils im Delta bemerkt wird, soll in einem Jahrhundert nicht mehr als 2″ und 3‴ betragen; im rückwärts gelegenen Nilthal ist sie grösser und beträgt etwas über 4 Zoll (126 Millimeter). Zufolge der Erhöhung des Bettes seiner Arme sind mehrere derselben nach und nach trocken gelegt und neue Rinnsale vom Strome ausgegraben worden. Auf diese Weise haben sich die Hauptarme und ihre Ausmündungen in's Meer im Laufe der Jahrhunderte verändert, wobei die Versandung von den Sandfeldern Lybiens ausgehend, mitgewirkt hat. So wurden die pelusische Mündung verstopft, die tanitische,

die mendesische und die canopische, welche einst die berühmtesten Nilmündungen gewesen. Ein grosser Theil des dem Meere näher liegenden Deltas hat einen von Salztheilen durchdrungenen Boden. Das Eindringen des Meerwassers in den Rosettearm, 4 bis 5 Meilen aufwärts, die vorliegenden salzigen See'n und Lagunen längs der Küste, durchtränken den Boden mit Salz und entziehen ihn dadurch der Cultur nach und nach in einem beträchtlichen Umfange.

Diejenigen Mündungen des Nils, welche jetzt mehr oder weniger geschlossen sind, alle älter als die heutigen beiden Mündungen von Rosette und Damiette, haben alle ihren Schlamm in die Lagunen abgesetzt. Nur diese beiden münden sich frei in's Meer aus, setzen den Schlamm in dasselbe ab und verlängern alljährlich ihr Bett etwas weiter meerwärts. Da diese Arme jetzt allein hinreichen, alles Wasser des Stromes, das früher aus vielen Mündungen dem Meere zugeführt wurde, in dasselbe zu leiten, so ist anzunehmen, dass durch eine stromaufwärts erfolgte Erhöhung ihres Bettes das Wasser die erforderliche Geschwindigkeit zum schnelleren Abfluss erhielt.

Die seit vollen 3000 Jahren durch Monumente aller Art bewiesene gleichgebliebene Beschaffenheit der Deltaküste erklärt sich daraus, so wie aus ihrer felsigen Beschaffenheit und der an ihrer Aussenseite fortdauernden Bildung fester Kalkmassen aus den Absätzen und Anschwemmungen des Meeres.

Die *Mündungen des Rheins* bieten ein Beispiel *ausserordentlicher Veränderungen des Flusslaufes* in der Meeresnähe dar. Durch drei starke Arme, durch die mit der Maas vereinigte *Waal*, durch den *Leck* und die *Ysell* führt der Strom heute seine Wasser dem Meere zu. Letzterer mündet sich in den Südersee, die beiden andern durch Südholland in die Nordsee.

Zur Zeit der Römer waren zwei Hauptmündungen vorhanden. Vereinigt mit der *Maas* flossen jener Zeit zwei Arme des Rheins, die westlichsten, von den Anwohnern *Waal* und *Maas* genannt, aus weiter Mündung in das Meer. *Diese* Gabeltheilung des Stromes bezeichnet Virgil *) als *Rhenus bicornis*. Ein anderer Arm floss mit Beibehaltung seines Namens vom heutigen *Wyk te Duurstede* ab über *Utrecht*, *Woerden*, *Leyden* und hatte seine Ausmündung bei *Katwyk op Rhyn*. Die westlichen Haupt-

*) Virg. Aen. lib. VIII.

mündungen sind das *Helium ostium* der Römer, die vereinigten Ausmündungen der *Maas* und *Waal;* das *Helii fluentum* ist im heutigen *Hellevoetsluis* erhalten. Eine Stelle bei Tacitus *) beschreibt diese Bifurcation sehr gut: „Rhenus uno alveo continuus, aut modicas insulas circumveniens, apud principium agri Batavi velut in duos amnes dividitur, servatque nomen et violentiam cursus, qua Germaniam praevehitur, donec Oceano misceatur: ad gallicam ripam latior et placidior adfluens, verso cognomento Vahalem accolae dicunt: mox id quoque vocabulum mutat Mosa flumine, ejusque immenso ore eundem in Oceanum effunditur."

Die *Waal*, welche sich unterhalb Emmerich abtrennt, vereinigte sich mit der Maas in früherer Zeit erst unten bei *Geervliet* auf der Halbinsel Voorne und Putten. **) Dorthin ging der Lauf der alten Maas über Heusden an Geetruidenberg vorbei durch den versunkenen südholländischen Waard, jetzt Biesbosch, in der Richtung von Maasdam und West-Maas. Später wurde der Maas durch Ausgrabungen ein anderes Flussbett vorgerichtet, in welchem sie jetzt von Heusden her zwischen *Woudrichem* und *Loevestein* sich mit der Waal vereiniget. Hier vereiniget setzen sie unter dem Namen *Meerwede* ihren Lauf gegen *Dordrecht* fort. Dieser Name rührt wohl von dem alten Schlosse gleichen Namens her, dessen Ruinen östlich von Dordrecht aus dem Wasser hervorragen. Die Meerwede ist wahrscheinlich die Fortsetzung der alten *Waal*, deren Namen, nebst dem der Maas, der Fluss unterhalb Dordrecht wieder hat. Den bezeichneten Weg strömten die beiden Flüsse vor der Katastrophe, die den südholländischen Waard, durch Einbruch der Meeresgewässer 1421 betroffen hat. Die Zer-

*) Taciti Ann. lib. II. c. 6. „Der Rhein, der in einem einzigen Bette fortströmt, oder kleine Inseln umfliesst, theilt sich da, wo die batavischen Ländereien anfangen, gleichsam in zwei Flüsse und behält seinen Namen und seine Stromschnelligkeit mit welcher er an Deutschland vorüberzieht, bis zum Ausfluss ins Meer. Der Arm aber längs der gallischen Seite strömt breiter und ruhiger dahin und die Uferbewohner haben seinen Namen in *Waal* verwandelt. Bald verändert er aber auch diesen Namen mit der zufliessenden *Maas* und strömt mit dieser aus weiter Mündung in das Meer aus."

**) Van der Wyck über die Ausmündung des Rheinstroms in's Weltmeer, im Jahrb. für Min. v. Leonhard und Bronn 1838. S. 269 ff.

störung welche dabei Südholland traf, machte auch dem alten Flusslauf ein Ende. Die Gewässer der vereinigten Waal und Maas drangen von der Meerwede in's *Biesbosch* ein, bahnten sich einen Weg durch die *West-Kill* und andere *Kille* nach dem Hollands-Diep und weiter bis zum Meer, wodurch die Meerwede so viel Wasser verlor, dass ihr nur der 11te Theil dessen verblieb, was sie früher abgeführt hatte.

Der heutige Abgangspunkt der *Waal* vom *Rhein* ist nicht der ursprüngliche; er war früher oberhalb Schenkenschans. Diese Feste lag an der Spitze der Betuwer Landzunge, welche die Scheide der beiden Flüsse bildet. Im Anfang des 10ten Jahrhunderts erlitt der Stromlauf hier eine wesentliche Veränderung. Die Waal bahnte sich nördlich von Schenkenschans einen neuen Weg und nahm allmählig den grösseren Theil der Rheinwasser auf. Dadurch wurde der *Rhein* zwischen Zollhaus *Lobith* bis *Candia* stark verlandet und es war vorauszusehen, dass am Ende die Waal das ganze Rheinwasser aufnehmen werde. Zur Abwehr der Vertrocknung des Rheins wurde nun der *Pannerdensche* Canal angelegt, der 1708 schiffbar und durch welchen der *Rhein* unterhalb *Arnheim* und der *Leck* erhalten wurden. Dieser Canal ist der heutige Abfluss der *Waal* zum *Rhein*.

Der *alte Rhein*, jener Arm, von welchem Tacitus sagt: „servatque nomen et violentiam cursus, qua Germaniam praevehitur, donec Oceano misceatur“, hat den Namen seit jener Zeit erhalten; er ist vom Vater auf den Sohn gekommen und bis heute geblieben; aber seine Wasser sind ihm entzogen, der uralte Fluss ist nur noch an seinem hinterlassenen Bett zu erkennen.

Der ehemalige Lauf des alten *Rheins* ist von *Wyk te Duurstede* bis *Utrecht* ganz deutlich zu beobachten. Man sieht durchgehends die unverkennbare Flussrinne, die das Gepräge eines grossen Flussbettes hat. Wegen der Krümmungen, welche das heutige kleine Flüsschen hat, das in der alten Rinne fliesst, namentlich zwischen *Hardenbroch* und *Werkhoven*, sodann bei *Odyk* und zwischen *Bunnik* und *Utrecht*, hat man ihm den Namen *Krummer Rhein (Kromme Rhyn)* gegeben. Viele Stellen und Orte tragen heute noch Namen, welche sich offenbar auf den alten Fluss beziehen, als Rhynstein, Rhynwyk, Then Rhyn,

Rhynauwen u. s. w. *) Von *Utrecht* bis *Woerden* ist das alte Flussbett stellenweise weniger kenntlich, aber wieder sehr deutlich zwischen *Harmelen* und *Woerden*. in dem *Rhyn-dyk*. Van der Wyck und de Beer fanden bei Woerden ausgedehnte Ablagerungen von Sand und Kies, sichtbare Flussablagerungen. **) Von *Woerden* über *Leyden* bis *Katwyck op Rhyn* ist der Lauf des alten Rheins ganz unverkennbar noch vorhanden. Die Windungen des Rinnsals, die längs desselben fortliegenden Thonablagerungen, welche heute viele Ziegeleien benutzen, alte Flussdämme, der für den Rinnsal heute noch gebrauchte Name, sprechen unwiderlegbar dafür, dass der alte Rhein sich auf diesem Wege dem Meere näherte. Jenseits des Dorfes *Katwyck* beginnt die Dünen-Zone und damit verschwinden die weiteren Spuren. Aber gerade dem Punkte, wo die alte Rheinmündung bei *Katwyck* gewesen seyn muss, liegt gegenüber in der Nordsee die grosse Sandbank, *de Breede Veertien*, hat da ihre grösste Breite, wendet sich, von da nördlich und keilt sich jenseits der Texeler Seearme aus und endlich hat man ausserhalb der Dünen-Zone im Meer, 600 Schritte von *Katwyck*, in neuerer Zeit noch Mauerreste der von Kaiser Claudius hier erbauten *Arx brittanica* (*het Huis te Britten*) gefunden. Das sind Zeugnisse aller Art dafür, dass der alte Rhein einstens hier seine Ausmündung in's Meer hatte.

Ein dritter *Rheinarm*, welchen die Alten als den nördlichen bezeichnen, ging von *Rhenen* ab bei der *Grebbe*, zwischen dem *Heymenberg* und dem *Wageninger* Berg, floss in der Thalbildung, die *Geldersche Vallei* genannt, nordwärts zwischen den *Rhenenschen*, *Amerongschen*, *Doornschen* und *Ammerfortischen* Bergreihen bis *Ammersfort*, allwo er eine seeartige Erweiterung bildete und sodann in zwei Theilen dem See *Flevo* (Südersee) zufloss; einerseits bei *Spakenburg*, andererseits längs der Veluwe und mit dem Bach Laak vereiniget.

Das Bett dieses Armes war nur an seinem Anfang schmal, weiterhin breit und seicht; aus dem See *Flevo*, der auch noch durch die Wasser der diesem Rheinarme nahen *Ysell*, der *Vecht* und einiger anderer Zuflüsse gespeist wurde, mündete

*) Van der Wyck über die Ausmündung des Rheinstroms in's Weltmeer, im Jahrb. für Min. von Leonhard und Bronn 1838. S. 245 ff.

**) A. a. O. S. 260.

der Arm in die Nordsee aus. Auf diesen Arm und auf den alten Rheinarm bei Duurstede passt vollkommen, das was Mela vom Rhein sagt: „Mox diu solidus et certo alveo lapsus, haud procul a mari huc et illuc dispergitur, sed ad sinistrum, amnis etiam tum et donec effluat Rhenus (Arm von Duurstede) ad dextrum primo angustus et sui similis, post ripis longe et late recedentibus, jam non amnis sed ingens lacus, ubi campos implevit, Flevo dicitur: ejusdem nominis insulam amplexus, fit iterum arctior, iterum fluvius emittitur.“ (Rheinarm der Gelderschen Vallei.) Die Beweise der früheren Existenz dieses Armes, in der angegebenen Richtung in den Binnensee fliessend, hat Asch v. Wyck gegeben. *)

Diese beiden grossen Rheinarme, die wir *Katwycker Rhein* und *Flevo-Rhein* nennen wollen, sind heute nur noch in Spuren vorhanden. Es ist unschwer einzusehen, was die Ursache davon ist; die Zunahme der Wassermenge der *Waal*, die künstliche Bildung des *Leck* und der *Ysell* stellen sich als solche dar.

Die *Ysell.* Unter dem Namen *Nabalia* floss zur Römerzeit ein aus Westphalen abströmender kleiner Fluss bei dem heutigen *Doesburg* vorüber und von da nordwärts, seine Wasser dem See Flevo zuführend. Bald erhielt er den Namen *Yssala.* Zwölf Jahre vor unserer Zeitrechnung liess Drusus diesen Fluss vermittelst eines Canals, den er von *Doesburg* nach *Ysseloort* führte, an dieser Stelle mit dem Rhein verbinden, wodurch die *Yssel* ein *bedeutender ableitender* Arm der Rheingewässer wurde. Diesen künstlich hergestellten Rheinarm nennt Ptolomæus *Rhenum orientalem* **). Die alte Ausflussmündung genügte später nicht mehr; sie wurde 1774—1776 abgedammt und an ihre Stelle eine neue ausgegraben durch einen Canal der in die Pley und durch diese bis Westervoort führte, wo die Yssel heute abgeht.

Der *Leck.* Bei *Duurstede*, wo der Katwycker Rhein mit einer starken Wendung gegen Norden floss, auf seinem rechten Ufer von Hügeln eingefasst, auf dem linken dagegen mit einem ganz flachen Ufer, bewirkte er gegen diese Seite hin öfters Ueberschwemmungen und drohte selbst mit einem Durchbruch dahin. Neun Jahre vor der christlichen Zeitrechnung

*) Proeve over den ouden loop van de Rivier de Eem. Utrecht 1832.

**) Geogr. L. 2. c. 11.

fing Drusus an diese linke Uferseite durch einen starken Damm zu befestigen, der jedoch erst 57 Jahre später durch Paulinus Pompejus ganz zu Stande gebracht wurde. Der Damm wurde *Drusi moles* genannt.

Nach dem für die Bataver unglücklichen Gefecht bei Trier konnte Civilis sich nicht mehr auf dem linken Rheinufer, und vor den ihn verfolgenden Legionen sich auch nicht auf der Bataver-Insel (insula Batavorum) halten. Er zog herüber nach *Duurstede* und liess im Jahr 70 den Damm des Drusus durchstechen, um die Gegend unter Wasser zu setzen, welche die ihn verfolgenden Römer durchziehen mussten. Tacitus *) sagt: „— — quin et diruit molem, a Druso Germanico factam, Rhenumque prono alveo in Galliam ruentem, disjectis quae morabantur, effudit. Sic velut abacto amne, tenuis alveus, insulam inter Germanosque, continentium terrarum speciem fecerat.“ Diese Abflussöffnung für die Gewässer des Katwycker Rheins wurde nie mehr zugemacht und die Wasser, welche in gerader Richtung in das Tiefland abflossen, hatten dorthin mehr Gefälle, gruben sich nach und nach einen Rinnsal aus und bildeten so den neuen Arm „*Leck*“, der den grössten Theil der Gewässer des Katwycker Rheins aufnahm. Dadurch versiegte dieser in dem Verhältnisse, als sich der Leck verstärkte und damit zu gleicher Zeit auch der Flevo-Rhein.

Zu der Schwächung des Katwycker Armes durch den *Leck* kamen noch die ähnlich wirkenden Ableiter, welche dieser Arm nördlich von Katwyck hatte. Ein solcher Ableiter war der Zweig, welcher sich bei *Egmont* in's Meer ausmündete. In der Mündung dieses jetzt ebenfalls verschwundenen Armes soll noch im Jahre 1470 König Eduard IV von England, im Hafen von Alkmaar gelandet haben. Noch mehrere andere Zweige des Katwycker Rheins mündeten sich zwischen *Leyden* und *Harlem* in die Nordsee. In solchen Mündungen nördlich von Katwyck und bis herauf nach Vlieland, haben die Normänner im 9ten und 10ten Jahrhundert gelandet. Beide alten Rheinarme befanden sich seit der Zeit der Bildung des Leck im Stadium des Versiegens. Die Mündung bei Katwyck war schon zur Römerzeit durch die heftige Wirkung des Meeres unbeständig und unsicher. Die Verbindung der Arx Brittanica mit dem Helium

*) Hist. lib. V. c. 19.

Ostium, vermittelst der Küstenfahrt, war aus diesem Grunde unsicher und es führte daher schon der römische Befehlshaber Corbulo im Jahr 46 einen Canal zur Vermittelung dieser Verbindung aus dem alten Rhein bei Leyden herab in die Maas, in welche er sich bei Maasluis mündete. „Ut tamen miles otium exueret, inter Mosam Rhenumque trium et viginti Millium spatio fossam produxit, qua incerta Oceani vetarentur. *) Von diesem Canal sieht man noch Reste bei Leyden; die Mündung in die Maas ist versandet. Ungefähr in der Mitte des 9ten Jahrhunderts wurde das durch Orkane und unerhörte Stürme gegen die holländische Küste aufgethürmte Meer weit rheinaufwärts getrieben, wobei Menschen und Thiere umkamen, Waldungen niedergeworfen und die Rheinmündung bei Katwyck grossentheils verschüttet wurden. Doch erhielt sich immer noch längere Zeit dieser alte Rheinarm in geschwächtem Zustande (tenuis alveus). In der evangelischen Kirche zu Woerden wurde eine Tafel aufbewahrt, worauf einige besondere Ereignisse, die Stadt betreffend, vom Jahr 1070 bis 1658 aufgezeichnet waren. Der Anfang dieser Aufzeichnungen lautet: „Anno 1070 strömte der Rhein noch hier durch nach Leyden und Katwyck in's Meer." Noch im Jahre 1165 erliess Kaiser Friedrich I. eine Verordnung, wornach ein zu Zwadenburg im Rhein gelegter Damm, der bedeutende Ueberschwemmungen verursachte, abgetragen werden musste, damit der freie Lauf des Flusses ungestört bliebe, wie in früheren Zeiten. **)

Die Hauptrichtung des alten Gelderschen oder Flevo-Rheins, in alter Zeit auch *Eem* und *Flevus* genannt, hat die heutige *Eem*, von welcher der ganze Landstrich, den sie durchfliesst, *Eemland* heisst, im Mittelalter *Pagus Fledate*, *Flehite*, wohl von Flevus.

Der Katwycker Rhein ist jetzt durch ein Flüsschen repräsentirt, welches seine geringe Wassermenge bei Duurstede aus dem Leck empfängt, sich nach Utrecht zieht, dort einen Theil seiner Wasser verliert, der in die Südersee abfliesst, nach Leyden geht, auf diesem Wege weitere Abflüsse hat und sich mit dem Reste seiner Wasser bei Katwyk in's Meer ausmündet, allwo man ihm durch die Dünenzone hindurch im Jahr 1806

*) Tacit. Ann. XI. c. 20.

**) Van der Wyck a. a. O.

einen beständigen, durch eine grosse Schleusse gesicherten Ausfluss herstellte.

Die Gewässer des heutigen Rheins sind zwischen seine Arme auf folgende Weise vertheilt: bei 20' 8'' über dem niedrigsten Stande, oder bei der Wasserhöhe von 12' über dem mittleren Wasserstand, führt der *Rhein* oberhalb seiner Zertheilung, in der Stunde 757 Millionen Kubikfuss Wasser; davon empfängt die *Waal* 525 Millionen.

Der *Leck* oder Niederrhein 164 Millionen.

Die *Yssel* 68 Millionen.

Die *Maas* liefert in die Merwede 149 Millionen.

Es fliessen also von den Gewässern des Rheins, mit Einschluss der Maas stündlich 838 Millionen Kubikfuss Wasser in die Nordsee und 68 Millionen Kubikfuss durch die Yssel in die Südersee. In Folge der fortschreitenden Cultur des Landes, wobei namentlich Wälder gelichtet oder abgetrieben und der Flächenraum, den sie früher eingenommen haben, fortwährend vermindert werden, ist die *Wassermenge* des Rheins in steter *Abnahme*, wie dies genaue Beobachtungen zeigen.

Die Veränderungen, welche die Ausflüsse des Rheins betroffen haben, stehen auch im Zusammenhange mit den merkwürdigen Veränderungen, welche die flache Küste Hollands mehrfältig durch ungewöhnliche Einwirkungen des Meeres erlitten hat.

Zur Zeit der Römer und vor dem fünften Jahrhundert unserer Zeitrechnung, war die niederländische Küste theils bewaldet, theils mit Weiden bedeckt. Gegen das fünfte Jahrhundert brach das Meer durch die Dünen in's Land ein und bildete hinter denselben Lagunen. Der Schlamm, der sich in ihnen abgesetzt hat, enthält Meerconchylien. Es ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dass Drusus die ersten Dammarbeiten in den Niederlanden ausführte und sie dabei der Bevölkerung lehrte. Zum Schutz gegen das Meer kamen sie jedoch nicht vor dem 7ten Jahrhundert in Anwendung. Seit dieser Zeit wurde dem Meere mehr Bauland abgewonnen und seine Einbrüche waren nachtheiliger.

Bis zum 14ten Jahrhundert herauf fehlen genaue Aufzeichnungen solcher Ereignisse. Im Jahr 1337 zerstörte eine Meeresfluth vierzehn Dörfer westlich von dem Canal *Hont*, welchen Kaiser Otto der Grosse im Jahr 940 (*Fossa Ottoniana*) aus

der Maas in's Meer hatte graben lassen. Im Jahr 1532 ist der östliche Theil der Insel Süd-Beeveland, vor der Mündung der Schelde, mit mehreren Dörfern und den Städten *Borselen* und *Remerswale* auf dem linken Ufer der Oster-Schelde, vom Meere verschlungen worden. Die Ueberschwemmungen der Jahre 1530 und 1532 haben auf der Insel Nord-Beeveland das Dorf Kampen, der Stadt Ter Veer gegenüber, und die Stadt Kortgene zerstört. Die Insel *Orisant*, die in Nordosten von Nord-Beveland lag, ist im Jahr 1658 in den Wellen untergegangen. Die Insel *Schouwen* war früher von der Insel *Nord-Beeveland* durch die schmale Oster-Schelde getrennt, die eine so geringe Breite hatte, dass die beiderseitigen Uferbewohner mit einander reden konnten. Nach und nach haben aber die Wellen von dieser Insel so viel hinweggenommen, dass jener Scheldearm nunmehr eine holländische Meile breit ist. Die Stadt *Bommens,* welche auf der Nordküste der Insel Schouwen lag, ist dabei ganz vom Meere zerstört worden.

Mehr landeinwärts und höher hinauf an den Flüssen begegnen wir der Zerstörung des *südholländischen Waardes* bei Dordrecht. Die vereinigten Gewässer der *Waal* und *Maas* hatten von der Merwede aus schon mehrmals Unheil gedroht und herbeigeführt und das Dorf *Waal* vernichtet, das noch in Urkunden vom Jahr 1064 genannt wird. Als im Jahr 1421 am 19. November bei einer Sturmfluth das Meer einbrach und seine Fluthen die Flussgewässer aufstauten, wichen die südlichen Uferbefestigungen der Mervede, die durchbrechenden Wassermassen überschwemmten die ganze Gegend, das *Bergse-Veld* genannt und drangen in's *Biesbosch* ein, siehe S. 390. Dadurch wurden 72 Dörfer unter Wasser gesetzt, wovon 22 so weit verschwanden, dass nur noch die Kirchthürme hervorragten, die lange noch Zeugschaft von dieser Katastrophe gaben.

Seitdem wirkt die Fluth bis zum Biesbosch und führt die *Waal* eine grössere Wassermasse aus dem Rhein ab, weil durch das Versinken des südholländischen Waardes, diese ein grösseres Gefälle in das Hollands-Diep erhalten hat. Die Wirkung auf den Rhein blieb nicht aus und man sah sich genöthigt, um die Versandung des Flusses aufzuhalten, die Anlage des Pannerdenschen Canals aus der Waal in den Rhein zu machen, der diesem stündlich 232 Millionen Kubikfuss Wasser zuführt.

Der bedeutendste Meereseinbruch ist jedoch derjenige, wel-

cher die Bildung der heutigen *Südersee* (Zuydersee) zur Folge hatte. Einen Theil dieses jetzigen Meerbusens macht der frühere Landsee *Flevo* aus, dessen die römischen Schriftsteller erwähnen, in dem eine Insel gleichen Namens lag, und der seine Speisung durch mehrere von Süden herströmende Gewässer, namentlich durch den *Gelderschen Rhein* erhielt, welcher zwischen dem Heymenberg und dem Wageninger Berg in die Geldersche Vallei eintrat und durch diese über Amersfort in diesen See floss und in späterer Zeit als *Eem* erscheint, ferner durch die *Yssel,* durch die *Vecht* und einige andere kleinere Zuflüsse. Der Abfluss der Gewässer ging in die Nordsee. Diesen Abfluss aus dem See nennt *Mela* *) wieder einen Fluss (iterumque fluvius emittitur) und dieser ist der *Flevus*, später *Vliestroom* genannt **), der als eine Vereinigung der Wasser des Gelderschen Rheins (der Eem), mit denen der Yssel erscheint. Er floss nordwärts, an *Staveren* vorüber, welches noch in der ersten Zeit des Mittelalters an einem Flusse lag und eine blühende Handelsstadt war, weiterhin wahrscheinlich in mehrere Arme getheilt, wovon *Eemstroom* und *Vliestroom* die mächtigsten waren; jener in der Richtung der Küste laufend, sich bei *Ameland (Eemland)* in die heutige Nordsee ergoss, dieser zwischen Texel und Vlieland. Die Reste des Landestheils, der zwischen dem Flevosee und der Nordsee lag, sind in der Inselreihe vom Texel bis zum Dollart noch vorhanden. Dieser See hat einen grossen Theil der Südhälfte der heutigen Südersee eingenommen. Die wiederholten Einbrüche des Meeres, welche diesen Landsee nach und nach in einen Meerbusen verwandelt haben, erfolgten erst zu Ende des dreizehnten Jahrhunderts, nachdem schon zu Anfang dieses Jahrhunderts einzelne beträchtliche Zerstörungen des vorliegenden Landes geschehen waren. Im Jahr 1205 war die Insel *Wieringen* noch nicht vom festen Lande abgesondert.

In den Jahren 1219 im Jänner, 1220 zu drei verschiedenen Malen, 1221 im Jänner und September, 1246 im Oktober, 1249 im December und im Jahr 1251 betrafen grosse Ueberschwemmungen der Nordsee jenen Küstentheil, wodurch zuerst ein

*) Not. orb. ant. lib. III. c. 2. §. 12.

**) Asch v. Wyck Proeve over den ouden Loop van de Rivier de Eem S. 14.

Meerbusen nördlich vom Flevosee gebildet wurde, nebst der Insel Wieringen, die als Stück des verschlungenen Landes stehen blieb. Es bestand jetzt nur noch eine Landenge zwischen dem Landsee und dem Meer, welche das damalige Friesland (jetzt Nordholland) mit der Grafschaft Staveren verband und nur da geöffnet war, wo der Seeabfluss, die vereinigten Gewässer des alten Rheinarmes (Eem) und der Yssel, dem Meere zuging. Der Durchbruch dieser Landenge erfolgte endlich in den 80er Jahren des dreizehnten Jahrhunderts, entweder durch die heftigen Fluthen des Jahres 1282, oder einige Jahre später. Urkunden beweisen, dass *Staveren* im Jahre 1297 das Meer schon im Süden hatte und *Medemblick* gegenüber, in einem Abschnitt der Regierungszeit des Grafen Florentius V., 1256—1296 schon am Ufer eines Meerbusens lag. *) In dieser Zeit wurden auch Texel und Vlieland abgetrennt.

Die eingerissene Landenge war sonder Zweifel ganz flach und das darüber hingehende Meer erniedrigte sie noch mehr; es ist von ihr ein Rest gleichsam als ein breiter Barren geblieben, der den äussern Theil der Südersee von dem innern scheidet, und über welchen grössere Schiffe nicht hinwegkommen. Die dadurch nöthige Ueberladung in Lichterschiffe wurde immer beschwerlicher und hat in der neueren Zeit die Ausführung des Nordcanals veranlasst, der gegenüber Amsterdam am Zollhaus beginnt und bis zum Helder fortgeführt ist, mit einer Breite und Tiefe, die es grossen Schiffen erlaubt, mit voller Ladung vom Meere in denselben einzulaufen und auf demselben herab bis in's Y und vor das Entrepôt heranzukommen.

Auch weiter hinauf an der deutschen Küste der Nordsee sind ähnliche Veränderungen erfolgt. An vielen Stellen sieht man Beweise des Zurückweichens der Dünenzone vor der Gewalt des Meeres, Die Arx brittannica z. B. deren Mauerreste heute bei Katwyck *ausserhalb* der Dünen *im Meer* liegen und von demselben *bedeckt* sind, waren sicherlich nicht im Meer aufgebaut, sondern an der Küste, die unterdessen *zurückgetreten* ist und sich *gesenkt* hat. Die Annahme einer *Senkung* des Bodens erklärt auch die erst in späterer Zeit so häufigen

*) v. Hoff, Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche Bd. I.

Einbrüche des Meeres, durch die insbesondere auch die holländischen Torfbildungen, Süsswasserbildungen, wie alle Torfe, mit Meersand überschüttet worden sind.

Der zweite grosse Fluss Deutschlands, die *Donau*, zeigt an ihrem Einfluss in's schwarze Meer ein grosses *Delta*, in Folge der bedeutenden Anschwemmungen des Stromes, der seine Gewässer aus vier Mündungen ergiesst. Seine Zertheilung erfolgt unterhalb *Ismail;* die Mündungen heissen, von Süden nach Norden: *Portizza*, *Sanct Georg*, *Sulina*, *Kilia*. Die beiden letztern sind den Schiffen zugänglich, haben aber Barren vor ihren Mündungen. Die Schiffe, welche in Galacz und Braila Ladung nehmend, durch die Sulina-Mündung in das schwarze Meer auslaufen wollen, können erst nach theilweiser Lichtung ihrer Ladung über den Barren steuern. Die beiden äussersten Mündungen liegen über zehn Meilen auseinander. Die Absätze von Sand und Schlamm gefährden die Schifffahrt von Jahr zu Jahr mehr, indem für die Offenhaltung der jetzt noch schiffbaren Mündungen nicht gesorgt wird.

Nach den Anschwemmungen des Rheins sind wahrscheinlich die des *Po*, die sichtbarsten und bedeutendsten aller europäischen Ströme. In der ältesten Zeit hatte dieser Fluss zwei Hauptarme, die seine Wasser dem adriatischen Meere zuführten. Der südlichere mündete bei der uralten Stadt Spina, die von Pelasgern an der Küste angelegt worden war. Zur Zeit von Skylax, dem alten Beschreiber der Küsten des mittelländischen Meeres, beiläufig 500 Jahre v. Chr., war jene Stadt schon ½ geographische Meile vom Meere entfernt; nach Strabo, ungefähr 50 Jahre n. Chr., schon 2¼ geographische Meile. Heut zu Tage ist diese Mündung klein und unbedeutend. Auch der zweite alte Hauptarm hat aufgehört das zu seyn, was er früher war, und die Gewässer des Po haben sich einen neuen Weg zum Meere gebahnt. Der grösste Theil des unter dem Namen Polesina bekannten Landes auf dem linken Ufer des Po, so wie ein bedeutender Theil der Gegend auf dem rechten Ufer, besteht aus niedrigem, grösstentheils durch die Anschwemmungen des Po gebildeten Lande. Immerfort erhebt sich das Bett dieses Flusses, und an einigen Stellen ist es bereits um dreissig Fuss höher, als das Land hinter den Dämmen. Viele Orte, die ehedem an seiner Mündung, an der Küste des

Meeres lagen, sind jetzt tief im Lande, und mit auffallender Geschwindigkeit drängen die Alluvionen das Meer zurück.

Grosse Anschwemmungen macht der *Mäander*, an der Küste von Kleinasien. Zu allen Zeiten ist von ihm die Sage gegangen, dass er eine grosse Menge Sand in das Meer führe, und bedeutende Strecken Landes ansetze. Mehrere Städte, ehedem Seestädte, sind durch ihn in das Innere des Landes versetzt worden. Unfern seines Ausflusses soll bei der Insel Lade, nach Herodot, ein Seetreffen zwischen den Persern und Joniern vorgefallen sein; diese Insel ist nach und nach zu einem Hügel im Lande geworden.

Zweimal so gross als das ägyptische, ist das *Delta* des *Ganges*. Es misst, längs dem Meere hin, 40 geographische Meilen; seine Spitze liegt 44 Meilen vom bengalischen Golf, in gerader Linie landeinwärts. Der grosse Strom kommt vom Himalaya herab, und ein anderer, kleinerer, der *Brahma-Poutra*, mit ihm, der nahe seinen Mündungen, sich ebenfalls in den bengalischen Golf ergiesst. Die Anschwemmungen beider fliessen zusammen, doch sind diejenigen des Ganges weit beträchtlicher. Acht Hauptarme des Ganges durchziehen das grosse Dreieckland, dessen unterster den Mündungen nächstgelegener Theil das *Sunderbund* oder die *Wälder* heisst, und führen ungeheure Massen von Sand und Schlamm in's Meer. Zwei Hauptarme haben die Anschwemmungen am weitesten in's Meer vorgeschoben. Erst vier Meilen seewärts hört die Anschwemmung auf. Bis dahin bilden sich zahllose Sandbänke, eine untermeerische Fortsetzung des Delta, die einst als Festland hervorragen und bebaut seyn wird, wie ein grosser Theil von Bengalen und die Landschaft um Calcutta.

Im unteren Theil des Delta ist die Alluvion ausserordentlich. Von seiner Spitze an bis hinab zum Meere ist sein Gefälle schwach; doch beträgt es mehr, als dort die Erhebung der Ufer über das Meer ausmacht. Der Rinnsal liegt an der Mündung unter dem Meeresspiegel; daher die zahlreichen Windungen, das Labyrinth von Canälen, welche die Arme auf die mannigfaltigste Weise mit einander verbinden. Ebbe und Fluth wirken weit hinauf. Der schwache Strom vermag den Sand und Schlamm nicht mehr dem Meere zuzuführen, alle Mündungen werden seicht und verstopft. Das Sunderbund ist eine von Buschwerk und Gestrüppe bedeckte höchst ungesunde Gegend,

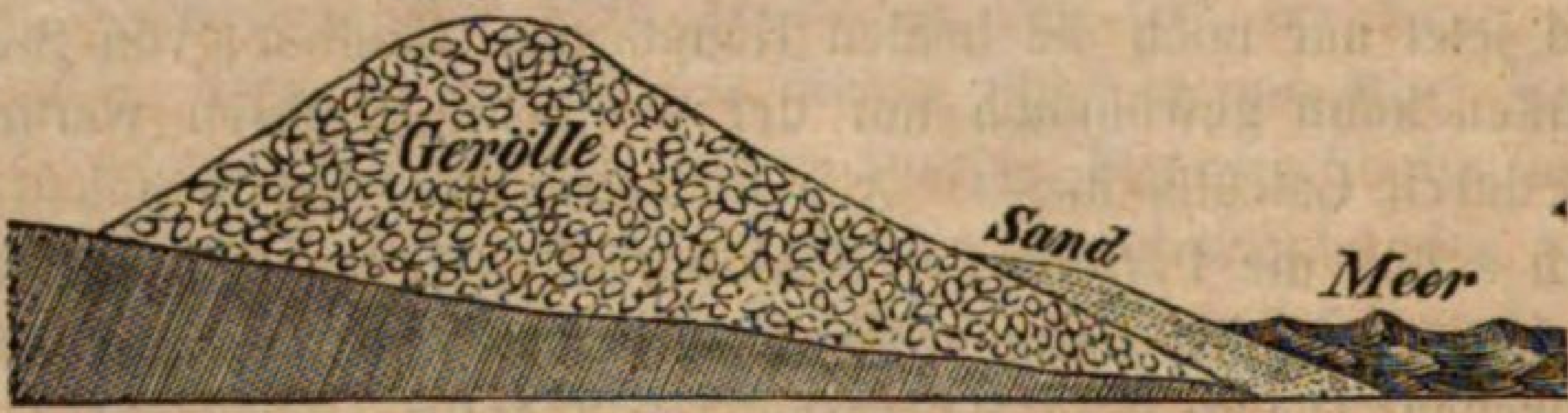
die von Tigern und anderen reissenden Thieren bevölkert, dem Europäer beinahe unzugänglich und aus diesem Grunde noch ziemlich unbekannt ist. Von den vielen Armen des Ganges sind jetzt nur noch die beiden Hauptarme schiffbar; von Seeschiffen kann gewöhnlich nur der westliche befahren werden, der durch Calcutta fliesst. Alle anderen Arme haben indessen auch schon die Periode der Schiffbarkeit gehabt. Wie der Nil, so hat auch der Ganges sein jährliches regelmässiges Anschwellen. Die grösste Wasserhöhe tritt Mitte August ein. Das Wasser ist während der Stromeschwellen so voll Schlamm, dass es wohl ein Fünftheil seines Volumens erdige Theile fallen lässt. Allenthalben, wohin es fliesst, hinterlässt es starke Sandmassen. Daraus erklärt sich die Schnelligkeit, mit der an den Ufern und im ganzen Delta das Land wächst, das überall Muschelbänke zeigt, die Zeugen des mit Sand überschütteten, trocken gelegten Seebodens. Das stehende Wasser setzt dagegen nur eine dünne Lage von Schlamm ab, die in hundert Jahren noch keine halbe Spanne hoch, aber unendlich fruchtbar ist. Hat der Hindu in den trocknenden Schlamm den Samen ausgestreut, so sieht er mit Seelenruhe der reichlichsten Erndte entgegen.

Ablagerungen von Sand, Thon und Geröllen am Meeresufer.

Am *Strande*, d. h. an demjenigen Theil des Meeresufers, der von den Wellen und von der Fluth überschwemmt wird, theilt sich die fast ununterbrochene Bewegung des Wassers den hier liegenden losen Sand- und Schlammtheilen, den kleineren (Kies) und grösseren Geröllen mit, welche dadurch hin und her bewegt, bald dem Ufer genähert und bei hoher See selbst landeinwärts getragen, bald in die See zurück und in grössere Tiefen geführt werden. Wo der Strand sehr flach ist, da wirft das Meer am meisten aus, und führt nur selten die Massen, welche es bewegt, seewärts zurück in die Tiefe. Es bildet eine Ufer-Böschung, die seiner Bewegung am günstigsten ist, und wobei die Aufschüttungen am Strande im Allgemeinen ziemlich im Gleichgewicht stehen mit den Massen, welche das Meer zurückführt. Solches ist der Grund, dass an den meisten Meeresküsten der Strand sich ziemlich gleich erhält, weder vorrückt noch zurückweicht.

Die Böschung der aufgeschütteten Massen Kies und Sand vergrössert sich bis zu ihrer Höhe, wie es die Figur zeigt,

Strand-Wall.



und erreicht, wohl als Maximum, bis 25° Neigung gegen die See. Im Allgemeinen wirft das Meer zuerst die grossen, dann die kleinen Steine, und zuletzt den Sand aus. Wo keine Steine auf dem Strande liegen, da häuft es Hügel von Lehm und Sand auf; diese letzteren veranlassen, wenn der Sand fein ist, die Bildung der *beweglichen* Dünen.

Die Sandlage, welche am Fusse des Geröllwalls liegt, hat eine sehr verschiedene Ausdehnung, je nach der Menge Sand, welche das Meer auswirft, und nach der Beschaffenheit der Küste. Sie ist schmal an einer hohen Felsenküste, und hat eine sehr grosse Ausdehnung in's Meer hinein an flachen Küsten, an welchen sie öfters sich ganz schwach und kaum merklich seewärts neigt und noch in grosser Entfernung vom Lande durch das Senkblei gefunden wird.

Im Allgemeinen sind die Strandbildungen sehr verschieden, je nachdem sie bei starker Bewegung des Meeres oder bei geringer stattfinden, und es hat namentlich auch das Verhältniss der Strömungen einen sehr bedeutenden Einfluss darauf. Bei heftiger Bewegung wirft das Meer die losen Massen ohne Unterschied der Grösse und des spezifischen Gewichtes untereinander an's Ufer, und man bemerkt in den Ablagerungen keinerlei Ordnung der Theile und keine Spur von Schichtung. Immer aber bezeichnet die Erhebung der Absätze über den Spiegel des ruhigen Meeres, die Höhe, bis zu welcher die Spitzen der Wellen angestiegen sind.

Stürzt eine grosse Fluth über die Küste herein, so wird zum Theil die Dünenkette eingerissen, zum Theil an niedrigen Stellen überstiegen, und eine Masse von Sand und Steinen auf das zurückliegende niedrige Bauland ausgeschüttet. Völlige Unfruchtbarkeit und Zerstörung aller Cultur ist die Folge; denn weggeräumt kann die grosse Masse nicht

werden, und in dem zwischen den Steinen vertheilten Sand wächst nichts. *)

Gleich ordnungslos liegen die Massen an den Küsten, die durch Niederbrechen und Einsturz, eine Folge der Zerstörung des alten Ufers, entstehen. Diese, so wie die durch grosse Fluthen abgelagerten Massen, ordnet die langsame Wirkung der Wellen; die schwächer bewegten Wellen spülen den Sand aus, lassen die Steine liegen, und bilden auf diese Weise eine Steinlage. Darüber wird durch schwache Wellenbewegung später Sand abgelagert, und so erscheinen bald die Theile ungeordneter Massen in bestimmte Lagen geschieden über einander. Später führt der Wellenschlag Steine und Sand gegen die Küste; es entstehen die Wälle der Strandkiesel, Dünen und die aufgeschlämmten Thontheile und der feine Sand bilden Marschen, oder gehen in die lagenweise Zusammensetzung der Strandhügel ein.

Die Ausspülungen gemengter Sand- und Kieselmassen, und die dabei zurückbleibenden Geröll-Lager, sind an verschiedenen Meeresküsten mehrfältig zu sehen. An der nördlichsten Spitze von *Jütland* zieht sich nach Forchhammer ein solches am Strande bis zu einer Höhe von 20 Fuss, von Skiveren bis nach Hoien über eine deutsche Meile weit hin, in einer Reihe gegen das Meer gerichteter Bastionen, die eine täuschende Aehnlichkeit mit Festungswerken haben. Hier hat aber neben dem Wasser auch der Wind gewirkt, der einen grossen Theil Sand weggeweht hat. **)

Die Strandbildungen, welche durch ruhigeren Wellenschlag bewirkt werden, haben immer eine grössere Neigung gegen das Meer, als gegen das Land. Die Sandbildungen haben die geringere Neigung gegen das Meer, die Geröllablagerungen die grössere, und nur bei diesen beobachtet man Neigungen bis zu 25°. Ist ein Strandwall unter einem mehr oder minder grossen Winkel gegen das Meer und gegen das Land geneigt, so ist er immer das Werk des Wellenschlags eines einzigen Sturmes. Wenn nun das Meer an diesem Wall eine neue Lage absetzt, so erhält diese den gleichen Neigungswinkel,

*) G. Forchhammer geognostische Studien am Meeresufer, im Jahrb. für Min., Geogn. u. s. w. von Leonhard u. Bronn 1841.

**) A. a. O.

und bei öfterer Wiederholung solcher Absätze entsteht eine Reihe von Lagen oder Schichten über einander, welche ursprünglich unter einem grossen Winkel abgelagert worden sind. Steigt das Meer bei hoher Fluth einmal bis zur Höhe des Walls, die aus den eine Horizontallinie bildenden Kanten der über einander liegenden Schichten besteht, so wird auf denselben durch Ausschlämmung eine horizontale Schicht gebildet, welche die älteren geneigten also schneidet, wodurch eine doppelte Schichtung gebildet wird, eine horizontale, sehr deutliche und ausgedehnte neben der geneigten. Diess erklärt die bei älteren Sandsteinbildungen öfters zu unterscheidende doppelte Schichtenlage, bei welcher somit die geneigten Schichten die Richtung anzeigen, in welcher die Wellenbewegung zur Zeit ihrer Bildung stattfand.

Besteht der Strand in grosser Ausdehnung aus Sand, so werden an der Küste *Sandhügel* aufgeworfen, und in ihrer Nähe *Sandbänke* im Meere gebildet, die bisweilen eine solche Höhe erreichen, dass sie die tägliche Fluth nicht mehr überschwemmt. Weiter erheben sie sich aber nicht; denn der Sand fängt an zu fliegen, wenn er über dem Wasser liegt und trocken wird. Der Wind führt zur Ebbezeit alsdann weg, was eine vorangegangene Fluth höher aufgeschüttet hatte. Zahllose Conchylien liegen zur Zeit der Ebbe auf diesen Sandbänken, indem die täglichen Fluthen die regellos abgesetzten Massen hoher Fluthen ausschlämmen, sondern und ordnen; sie spülen einen Theil Sand weg, und dabei sammeln sich die Conchylien an der Oberfläche. Sie werden öfters auch an einzelnen Stellen in einer solchen Menge auf den sandigen Strand geworfen, wie z. B. bei Katwyk unfern Leiden an der Holländischen und an einigen Punkten der Holsteinischen Küste, dass sie zum *Kalkbrennen* verwendet werden können.

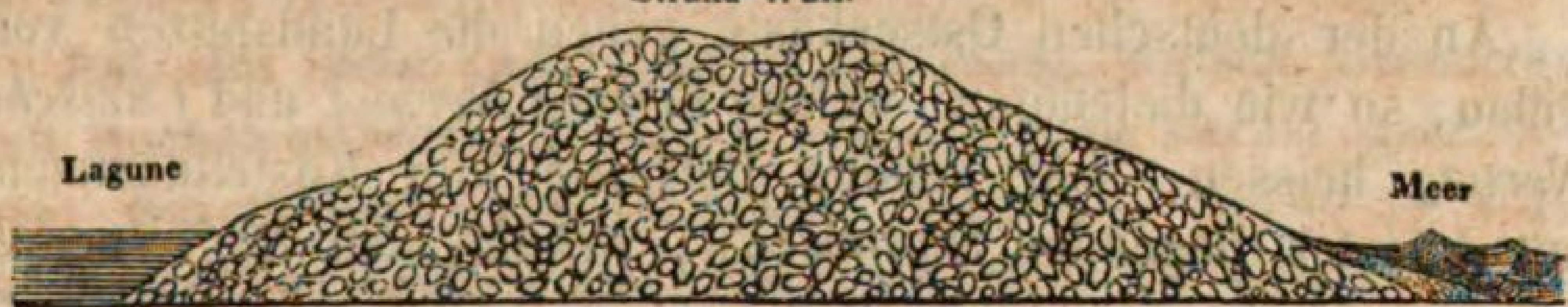
In den thonigen Ablagerungen der Marschen, welche sich aus dem ruhigen Meer abgesetzt haben, findet man fast niemals Conchylien; so wie sie aber sandiger Beschaffenheit, also aus einem bewegteren Meere abgesetzt worden sind, stellen sich auch Muscheln ein.

Oefters trägt das Meer die Kies- und Sandmassen nicht bis auf den Strand, sondern nur bis in seine Nähe, wo sie *Untiefen* und *Sandbänke* bilden, und niemals führt es sie in den Grund von Buchten oder Meerbusen, sondern nur bis vor

ihren Eingang, wo es *Barren* von Geröllen oder Sand absetzt, über welchen die Bewegung seiner Wellen aufhört.

Die Anhäufungen von Kies und Sand am Strande oder in seiner Nähe, so wie vor Buchten; Ablagerungen, welche durch fortgesetzte Thätigkeit der Wellen oftmals eine ansehnliche Ausdehnung erhalten und längs der Küste hinziehen: erscheinen als Dämme, welche das zurückliegende Meeresufer vor weiteren Angriffen schützen. Ihre Längenausdehnung ist jederzeit senkrecht auf die Richtung des vorherrschenden gegen die Küste laufenden Windes, und zwischen dieser und ihnen liegen häufig *Teiche*, *Lagunen* oder *Etangs* von verschiedener Grösse. Diese stehen bald mit dem Meere durch einzelne Oeffnungen des Dammes in Verbindung, und ihr Wasser ist durch darin ausmündende Bäche und Flüsse oftmals weit schwächer salzig als dasjenige des offenen Meeres, bald sind sie ganz vom Meere abgeschlossen.

Strand-Wall.

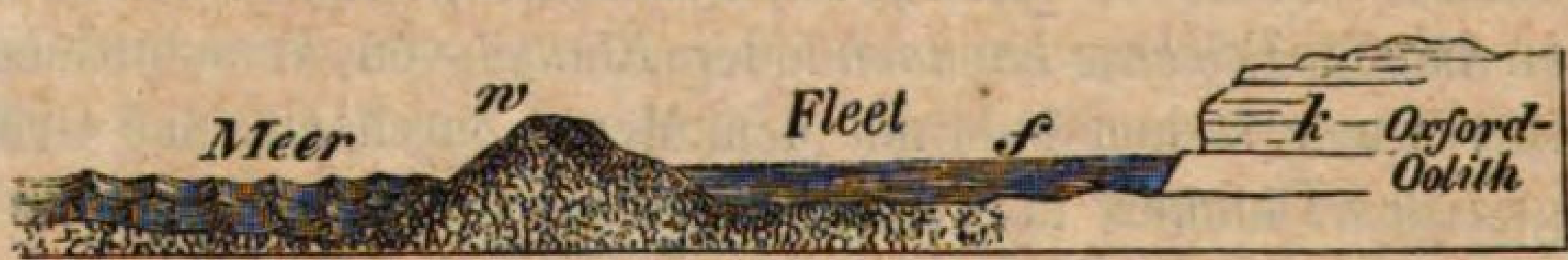


Solche Bildungen sieht man fast an allen Küsten und auf ihre Entstehung hat die tägliche Fluth weniger Einwirkung, als der herrschende Wind, indem man sie auch an den Küsten solcher Meere findet, deren Fluth gering oder sehr unbedeutend ist. Sie sind für die Seefahrt häufig von grosser Wichtigkeit und somit auch für alle die wesentlichen Verhältnisse, welche dieselbe unterhält und vermittelt. Ein sehr interessantes Beispiel einer solchen Ablagerung gibt nach *De la Beche**) die *Chesil Bank*, ein Geröll-Damm, welcher die Insel Portland mit dem Festlande



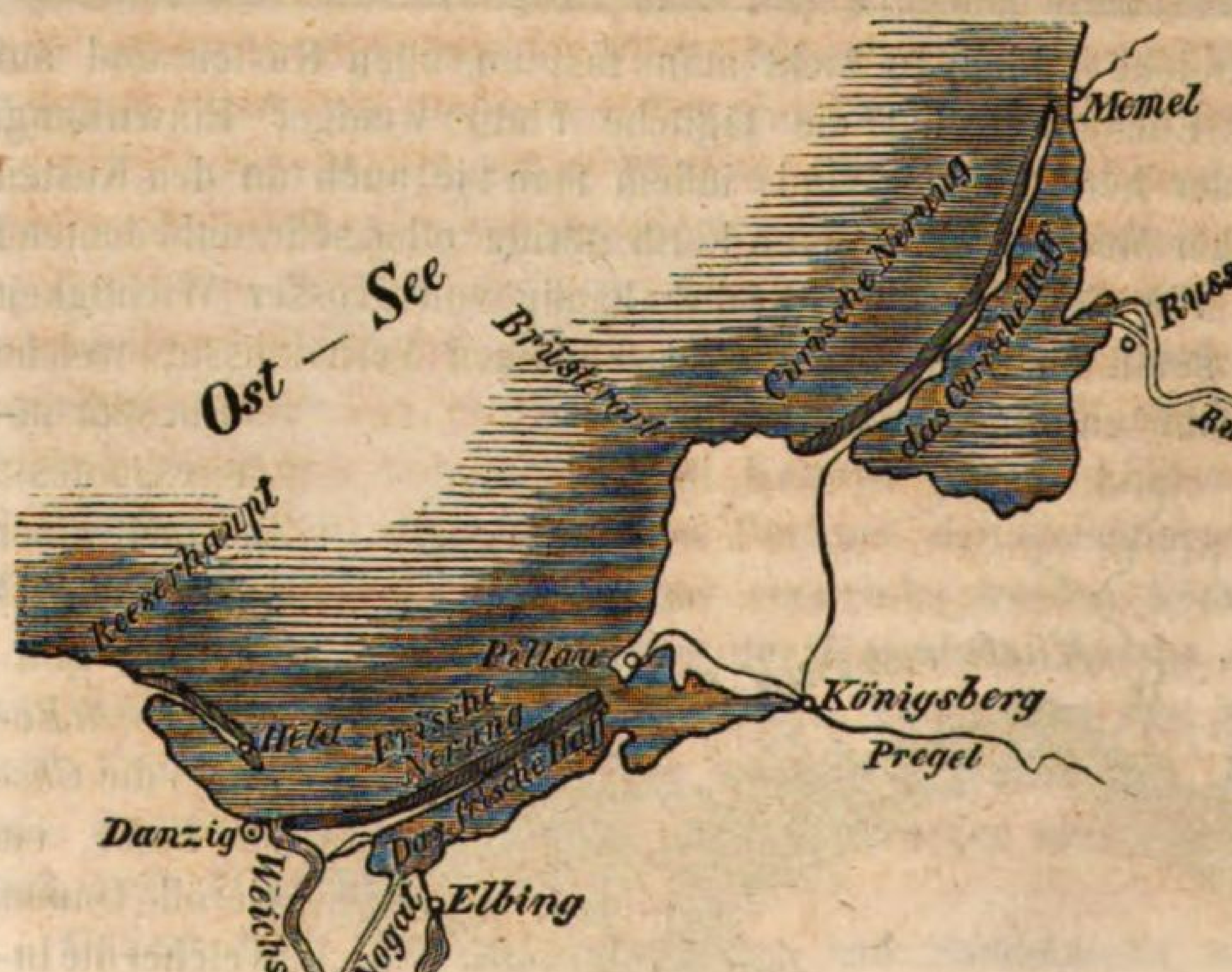
*) Geological Manual, third edition. London 1833. S. 80.

verbindet. Er hat eine Länge von nahezu vier deutschen Meilen, und schützt die verwitterbaren Felsen der Insel vor den Angriffen der mächtigen Wellen des atlantischen Meeres. Hinter Portland liegt die Bucht von Weymouth; von dieser zieht sich ein schmaler Meeresarm, genannt *Fleet*, zwischen dem Festland und der Chesil-Bank auf eine Länge von beinahe zwei Meilen herein, so dass der Steinwall in seiner halben Länge auf beiden Seiten vom Meer bespült ist. An seiner äusseren westlichen Seite beträgt die Meerestiefe 10 Faden (Fathoms); an seiner inneren östlichen nur 3 Faden.



Obenstehende Figur gibt einen Durchschnitt, welcher von der Küste des Festlandes K durch den Meeresarm Fleet F, den Geröllwall Chesil-Bank W bis in's Meer gezogen ist.

An der deutschen Ostseeküste geben die Landspitzen von Pillau, so wie diejenigen, welche *Frische Nerung* und *Curische Nerung* heissen, sehr schöne Beispiele von Küstendämmen, mit dahinter liegenden Strandsee'n, welche man *Haffe* nennt.



Dantzig gegenüber liegt die lange Erdzunge von Hela, welche einen Theil der Dantziger Bucht schliesst. Die *Frische*

Nerung, ein ähnlicher Sandwall, zum Theil bewaldet und durch einige Ortschaften bevölkert, liegt vor dem mit brakischem Wasser erfüllten, über 10 Meilen langen *Frischen Haff*, das einen Arm der Weichsel und den Pregel aufnimmt. Es steht durch eine über 10,000 Fuss breite Oeffnung bei Pillau mit der Ostsee in Verbindung, aus welcher man in den Hafen von Pillau über einen Barren wegschiffen muss, über welchem nur 10—12 Fuss Wasser stehen, so dass grössere Schiffe ausserhalb desselben anlegen müssen. Das Westende der *Frischen Nerung* erstreckt sich weiter westlich als das Haff und bis an die Weichselmündung von Dantzig. Eine Poststrasse nach Königsberg führt auf derselben bis an ihr Ostende. Die *Curische Nerung* trennt auf eine Länge von 14 Meilen das grosse *Curische Haff* von der Ostsee, mit dieser bei Memel durch eine Oeffnung verbunden, vermittelst welcher man über einen vorliegenden Barren in den grossen, tiefen und sicheren Hafen genannten Handelsplatzes gelangt.

Auf das hohe Alter dieser Sandwälle weisen Geschiebe von Scandinavischen Gesteinen hin, die man darauf gefunden hat. Die mitunter ziemlich hohen Sandberge, welche am Ufer des Curischen Haffs liegen, die *Bischofsmütze* unfern Memel, der *Pilcop*, der *Schwarzberg* und der *Jaksmidt* stammen wohl aus derselben Zeit ab, in welcher die Nerungen gebildet worden sind. Die letzten Veränderungen, welche die Nerungen erlitten haben, bewirkte der Orcan des 20. Decembers 1824 der in der Ostsee wüthete. *)

Mit den Haffs an der Ostseeküste haben die zahlreichen Sandwälle und Lagunen an der Küste von Texas und im Golf von Mexico die grösste Aehnlichkeit. Sie stellen hier der Schifffahrt ein grosses Hinderniss entgegen, durch die Untiefen, die vor ihnen liegen und die seichten Einfahrten in die hinterliegenden Lagunen.

Auch die *Etangs* der Küste von Nieder-*Languedoc* auf dem Küstenstrich zwischen *Aigues Mortes* und *Agde* stimmen mit den *Haffs* überein; sie sind wie diese durch *Sandwälle* vom Meere getrennt. Schon die Römer kannten diese Küstenbe-

*) Sommer in Karsten's Archiv Bd. 5. S. 377.

schaffenheit ihrer „Narbonensis provincia." *Plinius* erkannte sie als ein Hinderniss für die Anlage von Seestädten. *)

Die *Lagunen* von *Venedig*, am Nordende des Adria-Meeres, bieten neben dem geologischen Interesse, noch ein ganz besonderes geistiges Interesse dar. Sie sind vor allen geeignet, wenn man sie in ihrer unmittelbaren Beziehung zum ehemaligen Venetianer-Staat betrachtet, den wichtigen Einfluss anschaulich zu machen, welchen solche Küstenbildungen unter gewissen Umständen auf Entwickelung von Cultur und Macht haben können.

Das Adria-Meer ist im Norden von einem grossen Gebirgs-Amphitheater umgeben, aus welchem alle Gewässer der Bucht von Venedig zufliessen. Der Lisonzo, der Tagliamento, die Livenza, die Piave, der Musone, die Brenta und die Etsch führen mit ihren Wassern allen Schutt in diese Bucht. Die Wellen und Fluthen des Meeres haben ihn an den flachen Ufern zurückgehalten, und an den Grenzen des Zusammenstossens mit den strömenden Gewässern Sandwälle aufgeworfen; so entstand ein ausgedehntes Lagunengebilde. Hinter dem grossen landwärts gerichteten Bogen von Sandwällen, der von den Mündungen der Etsch und Brenta bis zur Mündung der Piave heraufzieht, liegt das *Lagunengebiet Venedigs*, mit einer Oberfläche von 22 Quadratmeilen. Es ist durch einige schmale Oeffnungen mit dem Meere verbunden und schliesst eine Menge Untiefen, Sandbänke und kleine Inseln ein, zwischen welchen strömendes Wasser oder die Hand des Menschen Canäle ausgegraben hat, die der Schifffahrt dienen. Mitten in diesen Lagunen und auf ihren Inseln ist *Venedig* gleichsam aus dem Wasser emporgestiegen, *Venedig*, welches Italien beherrscht, Constantinopel erobert, der verbündeten Macht dreier Könige widerstanden, lange Zeit den Welthandel gelenkt und den Nationen das Beispiel der unerschütterlichsten bis dahin von Menschen aufgestellten Staatsverfassung gegeben hat. Aber dieses Venedig, Zeitgenosse der ältesten Monarchie von Europa, isolirt durch seine Lage wie durch sein Regierungssystem, ist vor unseren Augen in jener grossen Umwälzung untergegangen, welche so viele andere Staaten gestürzt hat.

*) Hist. nat. lib 3 c. 5. ed. Bipont. S. 218. „Oppida de cetero rara, praejacentibus stagnis."

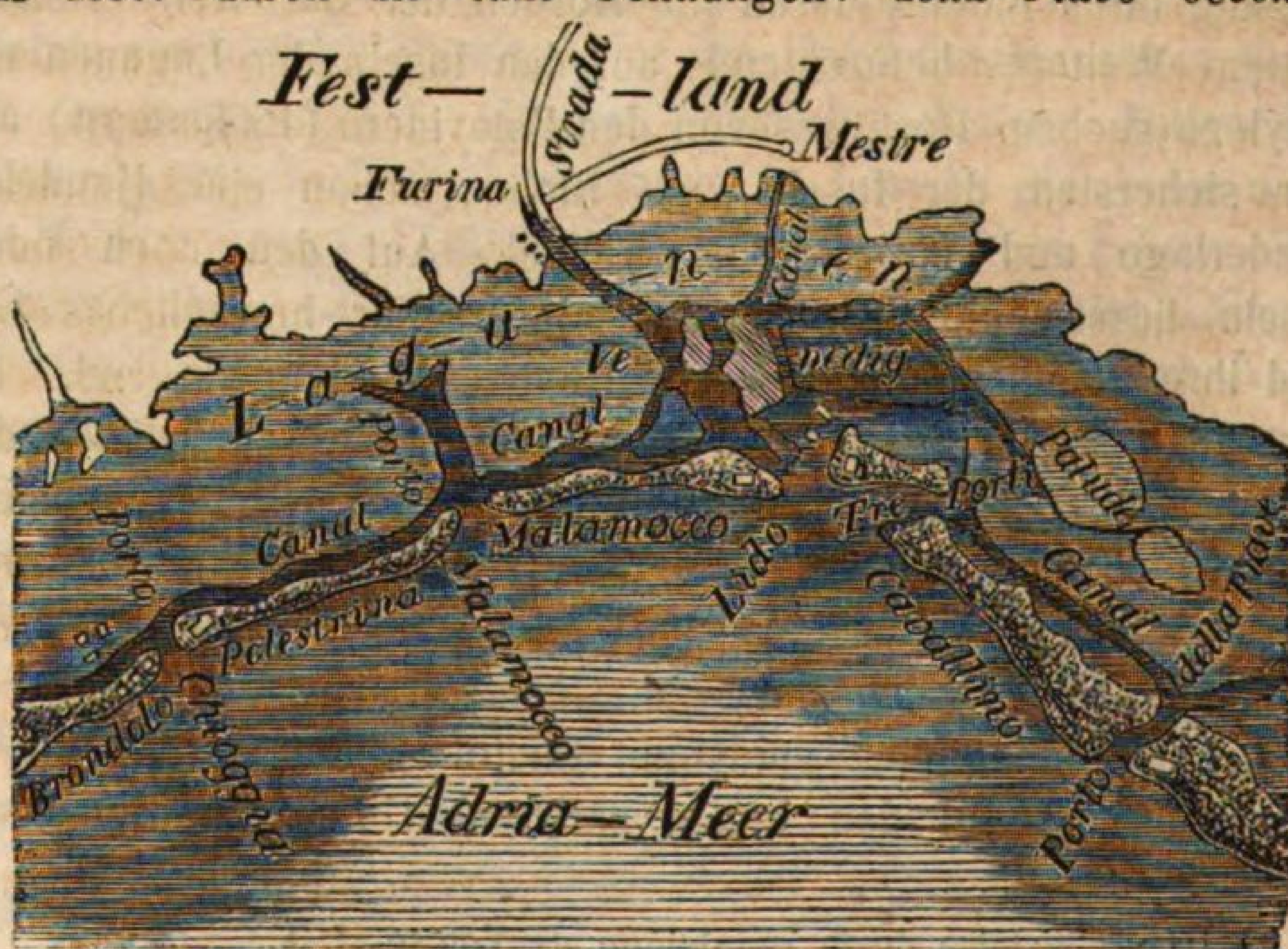
Nicht selten sieht man ein Land durch grosse Völker-Einwanderungen überschwemmen, seine Gestalt ändern und der Geschichte eine neue Aera eröffnen; aber dass eine handvoll Flüchtlinge, hingeworfen auf eine Sandbank von einigen hundert Toisen Breite, darauf einen Staat gründe ohne Land; dass sogleich eine zahlreiche Bevölkerung diesen beweglichen Strand bedecke, wo weder Pflanzenwachsthum, noch Trinkwasser ist, weder Material noch Raum zum Bauen; dass sie vom Gewerbsfleiss, durch den sie das Leben fristen und unter ihren Füssen den Boden befestigen, dahin gelangen, den neueren Nationen das erste Beispiel einer geordneten Regierung zu geben und aus einem Sumpfe heraus Flotten schaffen, die sich ohne Unterlass erneuern, um zum Sturtze eines grossen Reiches auszulaufen und die Schätze des Orients zu sammeln; dass man diese Flüchtlinge das politische Gleichgewicht Italiens halten, sie die Meere beherrschen, alle Nationen sich zinspflichtig machen, endlich alle gegen sie verbündeten Kräfte Europas bis zur Unmacht schwächen sieht: das ist sonder Zweifel eine Entwickelung menschlicher Intelligenz, welche der Betrachtung werth ist. *)

Die siegreichen Waffen Alarichs im Jahr 409 und die darauf folgenden Züge und Verwüstungen seines Nachfolgers Atolph bestimmten einen Theil der alten Veneter, welche zwischen den Alpen und dem Po wohnend, eine lange Besetzung ihres Landes durch die Horden der Barbaren erduldet hatten, Weiteres befürchtend, auf den Inseln der Lagunen ein Asyl zu suchen. Dort war von den Patavinern (Paduanern) auf der sichersten der Inseln, auf Rialto, schon eine Handels-Niederlage und ein Hafen errichtet. Auf den noch öden Inseln liessen die Veneter sich nieder, ihr bewegliches Gut und ihre Familien auf dem unwirthlichen Boden bergend. Es erstanden Wohnungen. Im Jahr 421 wurde auf Rialto die Kirche San Giacomo erbaut, welche älteste Kirche Venedigs heute noch zu sehen ist. Die Stadt Padua schickte alljährlich Magistrate dahin, Consuln, und verordnete in einem Decrete vom Jahr 421, welches das älteste historische Dokument Venedigs ist, dass eine Stadt auf Rialto gebaut werde, um in derselben die auf den Inseln zerstreuten Lagunen-Bewohner

*) Daru, histoire de la république de Venise, l. 1.

zu vereinigen, welche eine bewaffnete Flotte ausrüsten sollen, die sie auf dem Meere und in ihrem Asyl sicherstelle. So wurde der Grundstein des mächtigen Venedig gelegt. Im Jahr 452 brachen die Schaaren von Attila in Italien ein, und trugen Zerstörung und Schrecken durch das Land. Von Aquileia, Concordia, Padua und vielen anderen Städten liessen sich Flüchtlinge auf Rialto, Malamocco und Pelestrina nieder. Jetzt waren alle Inseln mehr oder weniger bevölkert, und Venedigs Unabhängigkeit und eigene Regierung beginnt mit dieser Zeit.

Von Venedig, das ungefähr gleichweit, über eine halbe Meile, vom Land und vom offenen Meere entfernt ist, gelangt man durch fünf Einschnitte, Oeffnungen in der grossen Sandumwallung, wodurch diese in Inseln abgetheilt ist, in die See. Durch diese nehmen die Lagunen an den täglichen Bewegungen des Meeres Theil, die im Golf von Venedig stärker sind als irgendwo im Mittelmeer. Der Unterschied der Ebbe und Fluth beträgt in den Lagunen beim Neumond und Vollmond der Aequinoctien 4 Fuss (12 Decimeter); während der Solstitien 2 Fuss 6 Zoll (8 Decimeter). Bei starken Südostwinden ist der Andrang des Meeres oftmals sehr bedeutend; das Lagunenwasser steigt dabei mitunter 4 Fuss 6 Zoll, ja selbst 5 Fuss über die Quais, die doch 10 Fuss über dem Hochwasser der Aequinoctien liegen. Schon wiederholt konnte man mit Schiffen den Marcusplatz befahren. Während 6 Stunden tritt das Meer durch die fünf Oeffnungen: *della Piave vecchia,*



Tre-Porti, *Lido*, *Malamocco* und *Chioggia* in die Lagunen ein, und zieht sich in gleicher Zeit wieder aus denselben zurück. Diese abwechselnde Bewegung ist in dem seichten Wasser sehr fühlbar, und hat das Lagunengebiet in fünf ziemlich gesonderte und nur durch schmale Canäle verbundene Theile getrennt, von denen jeder für sich durch eine der genannten Oeffnungen, zugleich Hafen-Eingänge, mit dem Meere in ununterbrochener Verbindung steht.

Zur Ebbezeit ist der Anblick der Lagunen wahrhaft widerwärtig. Nur mit Widerstreben schiffte ich im heissen August 1834 während einer mehrtägigen Untersuchung dieser Küstengegend beim niederen Wasserstand durch dieselben. Ihre ganze Ausdehnung erscheint dann als eine dunkle Schlammfläche, in welcher man sich auf gewundenen schmalen Wassercanäle mit der Gondel fortbewegt, während man von Insekten und üblen Ausdünstungen leidet. Bei Ausflügen mit Austernfischern sah ich diese zur Fluthzeit an vielen Stellen zwischen den Canälen bis an die Lenden im Wasser stehend, ihre Arbeit verrichten; so seicht ist das Meer vielfältig über dem Schlammgrund.

Die fünf Oeffnungen in dem vorliegenden Wall sind ebenso viele Hafen. Der besuchteste, durch welchen namentlich alle gewöhnlichen Kauffartheischiffe einlaufen, ist der *Porto del Lido* oder *di San-Nicolo.* Er liegt zwischen dem Nordende der Insel *Malamocco* und der Insel *San Erasmo* am Westende der Erdzunge *Cavallino.* Der Hafen von *Malamocco* am Nordende der Insel *Pelestrina* ist der bedeutendste, er nimmt die grösseren Schiffe auf und war immerhin der Hafen der Kriegsschiffe, leidet aber an Versandung durch das Meer. Der Hafen von *Chioggia* liegt zwischen der Insel *Brondolo* und dem Südende der Insel *Pelestrina.* Er wurde 1379, als die Genuesen nach dem für die Venetianer unglücklichen Seetreffen zu Pola mit ihrer Flotte in die Lagunen einlaufen und Venedig selbst erobern wollten, durch versenkte Steinschiffe gesperrt. Seit der Zeit ist er von geringer Bedeutung, da er zur Fluthzeit nur 12 bis 13 Fuss Wasser hat. Die anderen Hafen, Tre-Porti zwischen *San Erasmo* und *Cavallino*, und *Porto della Piave vecchia*, oder *P. Guesolo* sind versandet. Chioggia und Malamocco sind mit einander und mit der Stadt durch Canäle verbunden, von welchen heute noch derjenige

der wichtigste ist, auf welchem die Kriegsschiffe aus dem Arsenal nach Malamocco gebracht werden. Ihre Anlage und Unterhaltung erforderte zur Zeit der Republik einen ausserordentlichen Aufwand, da viele Gewässer den Lagunen ausserordentliche Schlammmassen zuführen, welche dieselben am Ende auffüllen und in trockenes Land verwandeln werden, und zwar um so schneller, je weniger man dagegen arbeitet. Die Verbindung Venedigs mit dem festen Lande durch eine Eisenbahn vermindert jedenfalls den Werth der Schiffbarhaltung des von ihr durchschnittenen Lagunentheils.

In früherer Zeit lenkten die Venetianer alle wasserreicheren Flüsse und Bäche von den Lagunen ab, unterhielten fortwährende Ausspülungen und Baggerarbeiten, um der drohenden Verschlammung und sichtlichen Erhöhung des Lagunenbodens entgegen zu wirken. Sie erkannten die hohe Wichtigkeit der Lage ihrer Stadt, verstanden es, sie auf's beste zu benützen, und wendeten alles an, um die schützende Erdumwallung durch Dämme gegen die zerstörenden Wirkungen des Meeres sicher zu stellen. Es wurden auch Erdbefestigungen an den Hafen-Eingängen durch Pfahlwerke, Faschinen und Steinwürfe ausgeführt. Im Jahr 1661 zerstörte das Meer während eines Sturmes alle diese Arbeiten. Sie wurden mit dem grössten Aufwand ausgedehnter und solider wieder hergestellt. Im folgenden Jahre schon zerstörte ein Sturm Alles wieder. Es wurden jetzt aus Backsteinen und Hausteinen Dämme aufgeführt, die sich 10 Fuss über den Boden erhoben. Umsonst. Das Meer zernichtete 1708 alle diese Bauten abermals. *) Der Zustand der *lidi* verschlimmerte sich in solchem Grade, dass sich die Stadt vom Meer bedroht sah. Man hatte sich jetzt mehr vor den zerstörenden Folgen eines möglichen Meereinbruches zu schützen, als vor der Verschlammung und Trockenlegung der Lagunen. Der vom Meer am heftigsten angegriffene Theil war der Inselwall *Pelestrina* in der Nähe von *Chioggia*; aber auch alle anderen Theile bedurften einer besseren Befestigung und Sicherung gegen die Angriffe des Meeres. Auf allen Punkten wurden wiederum Pfahlwerke,

*) Farfait, Mem. de l'Institut nat. des sc. et des arts; sc. math. phys. t. V. p. 217. Daraus deutsch in v. Zach. monatl. Correspondenz Bd. 1. S. 1 und 91.

Dämme, Mauern u. s. w. mit äusserster Sorgfalt und grosser Solidität hergestellt. Der schwächste und dem Ungestüm des Meeres am Meisten ausgesetzte Theil von Pelestrina wurde durch Herstellung einer in Stufen gegen das Meer abfallenden, 4666 Fuss (1400 Meter) langen, einige 40 Fuss breiten Mauer geschützt, die aus Quadern von weissem dalmatischem Kalkstein aufgeführt ist, die vermittelst eines vortrefflichen Wassermörtels, mit Puzzolan-Cement, verbunden sind. Eine 10 Fuss hohe Brüstung bildet den obersten Theil dieses riesenhaften Werkes, *Murazzi* genannt, das ein durch Jahrhunderte fortlaufender Beweis der Macht und des Reichthums seiner Erbauer ist.

Dünen.

Wo der Meeresgrund sandig und der Strand flach ist, das Meer tägliche starke Fluthen hat, häufig eine starke Bewegung gegen die Küste macht und zur Ebbezeit ein grosser Theil des Strandes trocken liegt: da bilden sich *Dünen* durch die Wirkung des Windes, der den trockenen Sand ergreift und landeinwärts weht.

An Felsenküsten, deren Gestein in das Meer fortsetzt, findet keine Dünenbildung Statt. An den Küsten der Meere, die keine Fluth haben, wie die Ostsee und das Mittelmeer, bei welchen die verschiedenen Wasserstände nur durch die Winde bewirkt werden und regelmässig unter Wasserbedeckung liegende Sandflächen seltener trocken liegen: da geht die Dünenbildung in einem kleinen Maasstabe vor sich. Viel günstiger für dieselbe ist ein Meer mit täglichen, wenn auch schwachen Fluthen, wie es die Westküste vom Nordtheil des Adria-Meers zeigt.

Liegt eine Felsenküste hinter dem sandigen Strand, die steil aufsteigt oder vertikale Abstürze hat, so bleibt der Sand am Fuss der Felsen liegen; auf der flachen Küste wird er vom Winde ausgebreitet und aufgehäuft zu Hügeln, deren Fuss nur von den höchsten Fluthen erreicht wird. Die Sandhügel erreichen im Durchschnitt eine Höhe von 20, 30 bis 60 Fuss; seltener von 80 und 100, ganz selten von 200 Fuss, und nur ausnahmsweise darüber und bis zu 300 Fuss. Ein Dünengebilde von dieser ausserordentlichen Höhe soll auf der Nordseite der Mündung des Tay in Schottland liegen. *)

*) V. Hoff, Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Bd. III. S. 71.

In langen Zügen ziehen sich die Dünen an den ihrer Bildung günstigen Küsten hin. Grossartig entwickelt sieht man sie an der französischen und belgischen Küste am Canal, und an der belgischen, holländischen, deutschen und dänischen Nordseeküste, allwo sich eine schöne Gelegenheit zum Studium ihrer Bildungsweise und ihrer Eigenthümlichkeiten darbietet. Wo westlich von Calais die hohe Kreideküste aufhört, da beginnt sogleich ein Dünenzug, der über Ostende ohne Unterbrechung bis zur Mündung der Schelde fortzieht, an der Seeseite der Insel Walcheren und an der holländischen Küste bis zum Texel fortsetzt und weiter herauf an der friesischen Küste bis zum Jahde-Busen. Von da an setzt der Zug ab bis zur äussersten Spitze von Eiderstedt in Schleswig; von hier an beginnt er auf's Neue und zieht sich über die Inseln Amrom, Sylt, Römöe, Manöe, erreicht das feste Land wieder bei Hjerling und erstreckt sich auf diesem ununterbrochen bis zum sogenannten Gren bei Skagen, an der nördlichen Spitze von Jütland.

Der Sand, woraus der Wind die Dünen baut, ist Quarzsand, der in dem bezeichneten Dünenzuge, theils aus der Kreidebildung abstammt, theils vom Dilluvialschuttland (am Canal, an der belgischen, holländischen, deutschen Küste), theils von der grossen Braunkohlenformation (Schleswig'sche Küste). Da und dort enthält er sparsame Beimengungen, Glimmerblättchen, Chlorit, Magneteisen, Titaneisen, Granatkörnchen (die beiden letztern vorzüglich im Nordschleswig'schen Dünensand bei Skagen).

Die Grösse der vom Winde bewegten Sandkörner hängt von der Stärke desselben ab und ist immer da am bedeutendsten, wo die Düne am höchsten ist. Der landeinwärts getriebene Sand bildet am Ufer einen Haufen, der durch fortdauernde Wirkung des Windes wächst und die Ausdehnung eines Hügels erhält, indem der Wind die Sandkörner an dem Haufen in die Höhe treibt und an der Seeseite ausbreitet. Sind die Körner bis zur Höhe der Dünen hinangeführt, so fallen sie auf der vom Winde geschützten Hinterseite herab und legen sich unter einem Winkel an, der durch ihre Form und Grösse bedingt ist und bei der sehr geringen Verschiedenheit dieser ziemlich unveränderlich ist. Er beträgt im Durchschnitt überall, wo sich eine Düne ursprünglich und frei bildet, 30°. An der Wind- oder Seeseite der Dünen ist der Neigungswinkel immer geringer

und beträgt bei einer noch ganz unveränderten, frei gebildeten Düne nach der Stärke des Windes nur 5 bis 10 Grad.

Neben dem ersten Sandhügel entsteht ein zweiter u. s. f., auf dieselbe Weise. In die Zwischenräume neben einander liegender Dünen fällt auch Sand und so entsteht ein Einschnitt, ein Querthal, durch welches der Wind leicht die Sandkörner hindurchweht, die sich alsdann hinter dem ersten Zuge ebenfalls zu Dünen anlegen. Auch wird von ihrer Höhe Sand rückwärts geblasen, der sich wieder in einem kleinen Abstande anhäuft. So bilden sich Dünen hinter einander; theils in parallelen Zügen, wobei man eine doppelte Thalbildung sieht, Längenthäler, welche parallel mit der Küste laufen, und Querthäler, welche die Dünenreihe durchschneiden, theils zerstreut in verschiedenen Richtungen, ohne regelmässige Anordnung. Dabei entstehen breite, vielfach verschlungene Dünenzüge, wie man sie namentlich zwischen den Badeorten Scheveningen beim Hag und Zandfort bei Harlem sieht, wo man, ohne die durchführenden Pfade zu kennen, sich leicht darin verirrt.

Selten sieht man indessen eine Dünenbildung in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit. Fortwährend verändert der Wind daran, der den beweglichen Sand auf ihrer Höhe ergreift und landeinwärts führt, neuen Sand vom Strande beiweht und unter diesen Verhältnissen die rückwärts liegende Gegend versandet. Die stärksten Veränderungen erleiden jedoch die Dünen durch das Meer, durch Wellenschlag und Strömungen. Bei hohen Fluthen erreicht der Wellenschlag den Fuss der Dünen, untergräbt ihn und es erfolgen Einstürze, wobei ein steiler, oftmals senkrechter Abfall gegen das Meer entsteht. Wenn ein Wurzelnetz von Sandpflanzen die Oberfläche der Düne durchzieht, so erhält sie sich mit steilem Abfall. Das ist der Grund, warum die Dünen, die nahe am Meer liegen und von demselben erreicht werden, einen steilen Abfall gegen dasselbe haben und warum ihre schärfsten Formen immer gegen das Meer gerichtet sind.

Am Auffallendsten werden sie verändert durch eine Strömung, die gegen eine Dünenküste geht. Ein Beispiel hievon gibt nach Forchhammer *) die Westküste von Schleswig, an welche sich der Strom schon seit Jahrhunderten immer mehr und mehr

*) Geognostische Studien am Meeresufer im Jahrbuch für Mineralogie von v. Leonhard und Bronn 1841.

andrängt und immer mehr Material wegreisst. Seine Wirkung äussert sich besonders stark auf die Insel *Sylt*, seit im 14. Jahrhundert der Strom ein westlich vor dieser Insel liegendes Steinriff der grossen Braunkohlenformation durchbrochen hat. Das Meer untergräbt die Dünen, der Dünensand fliegt in's Land hinein und die ganze Dünenkette ist in einer fortwährenden Wanderung begriffen. Im Jahr 1757 wurde die Kirche des Dorfes Rantum abgebrochen, weil die Dünenkette sie erreicht hatte. Im Anfang der 1790ger Jahre war schon die ganze Dünenkette über die Ruinen der Kirche weggeschritten; sie lagen damals vom Sande befreit am Ufer des Meeres und wurden bald hernach von demselben verschlungen. Die Stelle, wo die Kirche damals lag, ist jetzt, nach 50 Jahren, gegen 700′ vom Ufer entfernt im Meere, welches daselbst jetzt 12 Fuss Tiefe hat. Eine zweite, weiter rückwärts gebaute Kirche von Rantum ist auch schon längst unter den Dünen verschwunden und die Ruinen des ehemaligen Dorfes mit seinen Bäumen und Gärten liegen am Strande und verschwinden eines nach dem andern. *)

Die auffallenden Veränderungen der Dünen und der Küste auf *Sylt* bezeichnete auf eine ansprechende Weise ein Landmann, der 1838 das letzte Haus des vom Meer und den Dünen zerstörten Dorfes Rantum bewohnte, einem dort wandernden Mineralogen. Er führte ihn an den Strand, wies in's Meer hinaus auf eine Stelle, wo hohle Wellen ein tiefes Wasser anzeigten und sagte: „dort stand die Kirche unseres Dorfes, wo ich getauft bin, ich war aber noch ein Knabe, als sie abgebrochen werden musste. Hieher, wo wir jetzt stehen, ward sie auf's Neue erbaut. Das war wohl nicht weit genug; unsere Väter wollten aber nicht gern ihr Dorf verlassen. Auf diesem Platz (die Wellen bespülten unseren Fuss) bin ich mit meiner Frau getraut; meine Kinder werden schwerlich eine Heimath behalten, denn wenn die Düne bis an's Wasser gekommen ist (sein Haus lag nämlich auf einer Landenge in unseren Rücken und er zeigte nach jener dem Meer entgegen gesetzten Seite) wird wohl die nächste hohe Fluth hier durchreissen und Alles wegspülen.“ **)

Die Längenausdehnung einer einzelnen, ursprünglich gebildeten Düne entspricht immer der Richtung des herrschenden

*) Forchhammer a. a. O.

**) v. Struve im Jahrbuch für Mineralogie 1839. S. 305.

Windes und in dieser rückt sie auch landeinwärts, in Gestalt eines Dreiecks mit breiter Basis gegen die See, die Spitze nach dem Innern des Landes gerichtet. Neben einander aufgehäuft, verbreitet sich ihr Sand, wenn der herrschende Wind mehr oder weniger senkrecht gegen die Küste weht, weit landeinwärts und erreicht die Dünenzone unter solchen Verhältnissen eine beträchtliche Breite, wie z. B. an der Küste von Gascogne, wo sie 1/2 bis über eine deutsche Meile Breite hat. Lauft dagegen die Richtung des herrschenden Windes mehr oder weniger parallel mit der Küste, so bilden die Dünen, derselben entlang, einen zusammenhängenden Wall von weit geringerer Breite, wie es bei dem Dünenzug am Canal und an der Nordseeküste der Fall ist und gegenüber an der englischen Küste von Kent, Essex und Suffolk. Je vollkommener der herrschende Wind die Richtung der Küste hat, desto weniger schreiten die Dünen landeinwärts.

Da, wo das Land hinter den Dünen ansteigt und dem Meere fliessende Wasser zusendet, bleiben Oeffnungen in der Dünenreihe, durch welche die Wasser in's Meer austreten, wie es an der Küste von Gascogne und der Landes der Fall ist. An der felsigen Küste der Bretagne und der Vendée liegen sehr regelmässige Dünengebilde an den Mündungen verschiedener Bäche, indem das Meer vor denselben den Sand aufhäuft, den die Wasser herbeigeführt haben.

Vermöge der dem Sand eigenthümlichen Haarröhrchen-Wirkung enthalten die Dünen immer Feuchtigkeit. Man gräbt selbst auf ihrer Höhe selten über einen Fuss tief nieder, ohne den Sand feucht zu finden und in den Dünenthälern findet man beim Niedergraben gleich frisches Wasser. Sobald der Dünensand auf feuchtem Grunde ruht, saugt er Wasser auf, welches das Innere seiner Masse feucht erhält. Dadurch wird der Sand zusammenhängender, er ballt sich und kann in diesem Zustand vom Wind nicht ergriffen und fortgeweht werden. Seine Wirkung erstreckt sich nur auf den ausgetrockneten Sand; nur dieser wird von der Oberfläche der Düne fortgeführt. Je feuchter daher eine Dünenbildung ist, worauf thonige Beimengungen in der Unterlage von grossem Einfluss sind, desto weniger kann sie vom Winde verändert und landeinwärts getrieben, desto leichter aber kann sie sich selbst mit Vegetation bedecken oder sie künstlich damit überkleidet und dadurch befestiget werden.

Wenn solche Sandablagerungen von süssem Wasser umspült werden, so ist es sogar möglich, den sprichwörtlich „unfruchtbaren" Sand fruchtbar zu machen. Unter solchen Umständen gelang es in Spanien in den Umgebungen von St. Lucar zu Baromeda einen sandigen Boden von besonderer Unfruchtbarkeit für Culturen empfänglich und ertragsfähig zu machen. Die Dünen von St. Lucar bestehen an der Oberfläche aus einem trockenen Sande, der vom Winde fortgetragen wird. Aber der untere Theil der Sandablagerung wird beständig vom Quadalquivir befeuchtet. Man hebt da, wo die obere Sandschicht am dünnsten ist, dieselbe ab und gelangt so zu dem stets feuchten und lockeren Sande, der durch die Wirkung des Düngers der Vegetation einen Boden darbietet, in welchem bei dem günstigen Klima eine schnelle und kräftige Vegetation erzielt wird.

Der steile Abfall der Dünen gegen das Meer ist gewöhnlich ohne alle Vegetation. Der mit aller Heftigkeit dagegen wirkende Wind, der Sand, der von der See her daran geworfen oder in die Höhe getrieben wird, die starke Austrocknung der Oberfläche an dieser Seite: gestatten der Vegetation nicht, Wurzel zu fassen. Dagegen sieht man auf der Höhe der Dünen, vorzüglich aber an ihrem Abfall gegen das Land nicht selten den Strandhafer (Elymus arenarius), den Sandschilf (Arundo arenaria) über grössere Flächen verbreitet und in einzelnen Büscheln; seltener Ginster und Wachholder; in den Dünenthälern stehen einige Scirpus- und Juncus-Arten.

Wo die Dünen ganz entblösst von aller Vegetation eine trockene Unterlage haben und ihre Züge von dem herrschenden Winde in einem grossen Winkel oder mehr und weniger rechtwinkelig getroffen werden, da verbreitet sich der Sand durch die Wirkung des Windes von der Küste in's Innere des Landes, die Dünen schreiten in dieser Richtung vorwärts, Versandung und Unfruchtbarkeit mit ihnen verheerend über Feld und Wald, Höfe und Dörfer.

Die oben angeführten Zerstörungen, welche der Dünensand im Herzogthum Schleswig auf der Insel Sylt bewirkt hat, sind schon augenfällige Beweise der verderblichen Bewegung der Dünen. Wir kennen deren aber viele mit noch auffallenderen Wirkungen. An der süd-französischen Küste, zwischen den Mündungen des Adour und der Garonne, schreiten

die Dünen in der Gascogne und im Dep. des Landes rasch und unaufhaltsam gegen Osten fort und haben bereits eine grosse Zahl von Dörfern bedeckt, die in den Urkunden des Mittelalters erwähnt sind. Cuvier führt (in seinen Discours sur les revolutions de la surface du globe) *) die Gefahr an, in welcher vor 25 Jahren die Bewohner des Dorfes Mimizan in den Landes, welche schon seit 20 Jahren gegen die Dünen kämpften, durch eine herangerückte, 60 Fuss (19 Meter) hohe Düne waren, die das Dorf zu begraben drohte. Bremontier, welcher die Dünen jener Gegenden mit besonderer Aufmerksamkeit beobachtet hatte, will gefunden haben, dass in der Gascogne einzelne Dünen jährlich um 60 bis 72 Fuss (19 bis 23 Meter) vorwärts schreiten. Vergebens lockern die Bauern, wenn der Wind vom Land her bläst, den Sand mit Schaufeln auf, damit er westwärts gegen die Küste zurückgetrieben werde. Die Südwestwinde sind die stärkeren, herrschen vor und so verbreitet sich der Sand, ostwärts vorrückend, immer tiefer in das Land hinein. Wenn das bei einzelnen Dünen beobachtete schnelle Vorschreiten bei der gesammten Dünenmasse stattfände, welche im Westen von Bordeaux liegt, von dieser Stadt nur 9 Meilen entfernt (49 Kilometer oder 150,000 Par. Fuss); so würde der Sand in 2000 Jahren jenes fruchtbare Gebiet erreichen und begraben. Aber zu seinem Vorrücken von der Küste bis zu der Stelle im Lande, die er auf seiner Wanderung schon erreicht hat, bedurfte er schon über 4000 Jahre.

In Suffolk wurde im Jahr 1688 ein Theil von Downham unter einer Sandmasse begraben, die ungefähr hundert Jahre vorher fünf engl. Meilen südwestlich sich von einem Sandwall abgelöst hatte. Dieser Sand hatte seit jener Zeit die angeführte Strecke durchlaufen und dabei mehr als tausend Morgen Landes überdeckt. Das jährliche Vorschreiten beträgt in diesem Falle (angenommen 1 englische Meile = 1609 Meter) 80 Meter oder 266 bad. Fuss.

Bei St. Pol-de-Léon in der Bretagne liegt ein Landstrich am Meer, der vor 1666 bewohnt war und schon 1722, als *Deslandes* der Pariser Academie über den Vorgang berichtete **), gänzlich so mit Sand überschüttet war, dass dieser den Boden

*) 1830. p. 166.

**) Hist. de l'Acad. royal des Sciences 1722.

20 Fuss hoch bedeckte. Er hatte in dem Zeitraum von 56 Jahren von der Küste her einen Weg von 5 franz. Meilen (1 Meile = 5000 Meter) zurückgelegt. Man sah aus der Sandfläche nur noch die Spitzen einiger Thürme und einige Schornsteine hervorragen. Dieser Fall ist ganz ausserordentlich, indem das jährliche Vorrücken des Sandes 537 Meter oder 1790 bad. Fuss beträgt.

Im Allgemeinen geschieht das Vorrücken der Dünen unter den oben angezeigten Verhältnissen nur langsam, einige Fusse jährlich; ausnahmsweise und nur bei einzelnen Dünen geschieht das Vorrücken schneller, wenn ein heftiger Wind anhaltend bei trockener Witterung auf sie wirkt und der Boden, über den sie sich fortbewegen, sehr flach und eben ist. Den besten Schutz gegen ihr Vordringen gewährt die Vegetation, die sich öfters von selbst auf ihrer Oberfläche ansiedelt und für deren Erhaltung und Vermehrung man mit der grössten Sorgfalt wirken muss. Die Fälle der Vernachlässigung oder der Zerstörung der Dünenvegetation strafen sich hart. Die Dünen an der englischen Küste von Morayshire waren mit Pflanzen bedeckt und blieben unverrückt. Man achtete aber der Dünenvegetation nicht und nach einem übeln Gebrauch wurden die Binsen und die Wachholdersträuche lange Zeit hindurch ausgerissen. Die Düne wurde nach und nach nackt, an ihrer Oberfläche trocken und locker und der Wind setzte nun den Sand landeinwärts in Bewegung. Eine wahre Sandfluth ergoss sich nun über einen fruchtbaren Bezirk von vielen Meilen, westlich von der Mündung des Flusses Findhorn, der zuvor der ausserordentlichen Fruchtbarkeit wegen die Kornkammer von Moray hiess und verwandelte ihn in ein unfruchtbares Sandland.

An der Küste des Dep. des Landes hemmen die Dünen den Abfluss vieler kleiner Bäche in's Meer. Kaum vermögen diese, kleine Mündungen in der Dünenreihe offen zu erhalten, welche der Sand immer wieder verstopft; ihre Wasser sammeln sich dabei hinter den Dünen an und so bilden sich *Etangs*, die in einer langen Reihe rückwärts der Dünenzone fortliegen. Der Dünensand treibt im Fortrücken auch die Etangs landeinwärts, die sich über die ebenen Theile der Landes nach Innen ergiessen und dieselben überschwemmen. Auf diese Weise wurde das alte Kirchspiel St. Paul durch den Etang d'Aureilhan unter

Wasser gesetzt, der, nachdem der Dünensand seinen Abfluss verstopft hatte, weit über seine Ufer getreten ist. Der Flecken Bias ist auf gleiche Weise mit seiner Kirche und seinen Weingärten von Wasser bedeckt worden In der Dorfgemarkung St. Julien haben seit 1802 die Etangs fünf schöne Meiereien zerstört. Durch sie ist auch eine alte Römerstrasse von Bordeaux nach Bayonne ganz bedeckt worden, die man vor 40 Jahren noch bei niederem Wasserstande sehen konnte. *)

An der englischen Küste von Norfolk verschliessen die Dünen die Ausflüsse der Landwasser auf gleiche Weise und es entstehen dabei gleichfalls Etangs, deren Niveau mitunter tiefer ist, als das der Fluth. Die Umgebungen werden alsdann cultivirt. Durchbrechen aber hohe Fluthen bei heftiger Bewegung des Meeres den Dünenwall, so werden die gebauten Ländereien überschwemmt und alle Culturen zerstört. **)

Nach Forchhammer (Studien am Meeresufer im Jahrb. der Min. 1841) ist der Dünensand im nördlichsten Jütland, in Vensyssel, seit einem Jahrhundert unablässig in einen Arm des *Lümfjord's* geworfen und derselbe dadurch gegen Ende des vorigen Jahrhunderts beinahe ausgefüllt worden. Da dieser Busen nur durch eine schmale, aus Dünen bestehende Landenge von der Nordsee getrennt war, so wurde von jenen ununterbrochen Sand in den nächsten Theil des Meerbusens geführt. Man hatte mehrmals daran gedacht, denselben durch künstliche Mittel trocken zu legen und den Sandboden anzubauen. Bei dem geringen Werth des Bodens unterblieb es jedoch, obgleich der Flugsand-Boden wegen der vielen Glimmerblättchen, in Vergleich mit anderen Sandboden, sehr fruchtbar ist.

„Als im Jahr 1825 die schmale Landenge zwischen dem Lümfjord und der Nordsee von einer grossen Sturmfluth durchbrochen, und dabei die ganze, die Landenge bedeckende Dünenmasse in den Lümfjord hineingeworfen wurde, ist der nächstgelegene Theil so ausgefüllt worden, dass an vielen Stellen, wo früher 16—20 Fuss Wasser war, kaum 1 Fuss geblieben ist. Dieser Durchbruch, welcher den Lümfjord in einen Sund und den nördlichen Theil von Jütland in eine Insel verwandelte, veranlasste merkwürdige Veränderungen. Die erste und auffallendste Er-

*) v. Hoff a. a. O. Bd. 3. S. 76.

**) Lyell princ. of geol. t. 2.

scheinung war das plötzliche Absterben von fast allen Süsswasserfischen, die früher diesen, wegen seiner reichen Fischerei berühmten Meerbusen bewohnten. Millionen von Süsswasserfischen trieben an's Land, zum Theil schon todt, zum Theil sterbend und wurden von den Einwohnern in vielen Fuhren weggeschafft. Nur wenige haben sich erhalten an den Stellen, wo sich ein Bach süssen Wassers in den Liimfjord ergiesst. Nur der Aal hat sich nach und nach an diese veränderten Verhältnisse gewöhnt und sich wieder über den ganzen Liimfjord verbreitet, während den anderen Süsswasserfischen das salzige Wasser der Nordsee unerträglich zu seyn scheint. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die mit der salzigen Fluth einströmende Sandmasse an vielen Orten ein Lager von todten Fischen bedeckt hat.

Der Boden des Liimfjords war damals mit einer sehr kräftigen Vegetation von Wasserpflanzen, sowohl des süssen, als des salzigen Wassers, namentlich mit Zostera marina bedeckt und diese Vegetation verschwand völlig nach dem Einbruche der Nordsee, an vielen Orten dadurch, dass der Boden mit Sand überspült wurde. — In hohem Grade auffallend muss es aber seyn, dass die Zostera marina, eine Meerespflanze, auch dort zerstört wurde, wo keine Ueberspülung von Sand stattfand, welches wahrscheinlich daher rührt, dass der Uebergang von dem sehr schwach gesalzenen Wasser zu dem jetzigen Zustande urplötzlich geschah.

Es ist bewiesen, dass der Liimfjord früher schon einmal mit der Nordsee in Verbindung gewesen ist und aus jener Zeit sind wohl die mächtigen Lager von Austernschalen und Cardium edule, die noch in seiner Tiefe gefunden werden. Nachdem nun dieser Meerbusen während vieler Jahrhunderte keine Salzwassermuscheln enthielt, nährt er jetzt wieder Mytilus edulis in grosser Menge und könnten wir uns einen Durchschnitt des Bodens verschaffen, so würden wir mächtige Lager von Ostrea edulis und Cardium edule finden, dann ein Lager von Zostera marina mit Süsswasserfischen und wahrscheinlich auch mit Süsswasserconchylien, dann wieder ein Lager von Mytilus edulis beobachten. Wenn im Laufe der Zeiten jener Canal sich wieder verstopfte und die Bäche den ehemaligen Sand wieder mit frischem Wasser füllten, so würden von Neuem Süsswasserfische und Süsswasserconchylien erscheinen

und so eine häufig wiederholte Abwechslung von organischen Ueberresten der Bewohner des Meeres und der Landsee'n bilden. — Die Veränderung, welche bei diesem Durchbruch die Oberfläche erlitten, ist verhältnissmässig unbedeutend im Vergleich zu den Veränderungen, welche der Meeresboden erlitten hat. *)

Zur Befestigung der Dünen und um ihrem Vordringen Schranken zu setzen, säen die Holländer seit langer Zeit Arundo arenaria in dieselben ein, eine Pflanze, die im Sandboden fortkommt und durch die Ausdehnung, die ihre langen und kriechenden Wurzeln gewinnen, die Befestigung des beweglichen Sandes bewirkt, indem sie ihn mit einer Art Netz zusammenhält. Doch gibt diese Pflanzung keinen Ertrag. Bremontier, ein französischer Ingenieur, mit der Natur der Dünen vertraut, Augenzeuge ihres verderblichen Vorschreitens, stellte sich die Aufgabe, den beweglichen Sand dnrch Vegetation zu befestigen und ihn zu gleicher Zeit mit einer einträglichen Anpflanzung zu bedecken. Diese Aufgabe löste er durch seinen Scharfsinn bei der Wahl der Mittel und durch seine Beharrlichkeit in der Ausführung vollständig bei den Dünen des Meerbusens von Gascogne. Einmal überzeugt, dass Pflanzen in den Dünen fortkommen können und fähig sind, sie zu befestigen und ihre Bewegung aufzuhalten, handelte es sich nur noch darum, die Entwickelung der Pflanzen und ihr Wachsthum in dem beweglichen Sande zu fördern. Diess erreichte er dadurch, dass er sie so lange gegen das Ungestüm der Seewinde schützte, bis ihre Wurzeln sich im Boden befestiget hatten.

Vom Fuss der Düne bis zu dem seewärts liegenden Punkte, welcher die Grenze der gewöhnlichen vollen Fluth bezeichnet, erstreckt sich eine kaum geneigte Ebene, auf welcher der Sand leicht vom Winde bewegt wird. Auf diesem Raume vor der Düne legt Bremontier eine erste Aussaat von Kiefern und Ginster an; zum Schutz bedeckt er sie mit grünen Zweigen, die vermittelst hölzerner Hacken gut in den Boden befestiget werden, die schützenden Zweige, ihr holziges Ende gegen das Ufer, damit der Wind weniger Gewalt auf die Blätter ausüben kann. Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Samen unter diesem Schutze keimen und sich mit einer ausserordentlichen Schnelligkeit ent-

*) Forchhammer, geogn Stud. am Meere.

wickeln, wobei die jungen Pflanzen bald einen dichten Busch von ein Paar Fuss Höhe bilden. Das Gelingen ist dann gesichert, die emporwachsende Pflanzung hält den Sand des Strandes auf und gewährt zugleich neuen Pflanzungen Schutz, die rückwärts von ihr nach dem Innern des Landes angelegt werden. Wenn sie ein Alter von 5—6 Jahren erreicht hat, nimmt man eine zweite Strecke von 200—300 Fuss unmittelbar hinter derselben in Cultur und auf diese Weise fortfahrend sucht man auf die Höhe der Düne zu gelangen und auch die Rückseite mit einer Pflanzung zu bedecken.

Auf diese Weise wurden die Arbeiten von Bremontier im Jahr 1787 in der Bucht von Arcachon, westlich von Bordeaux begonnen und im Jahr 1809 nahmen die gelungenen Pflanzungen schon einen Flächenraum von 10,000 bad. Morgen (3600 Hectare) ein. Der Erfolg übertraf alle Erwartungen. Nach 16 Jahren hatten die Kiefern der ersten Pflanzung schon eine Höhe von 30 Fuss. Auch die Ginster, Eiche, Weide, deren Anpflanzung versucht wurde, zeigten unter dem Einfluss des milden Klimas ein überraschendes Wachsthum. Bremontier hat den Beweis geliefert, dass man den beweglichen Dünensand befestigen und ertragsfähig machen kann. Seine Arbeiten, obwohl sie die Eifersucht seiner Zeitgenossen anregten und gegen ihn in Thätigkeit setzten, fanden am Ende doch die Anerkennung, welche dem Genie immer zu Theil wird und wurden auch nach seinem Tode sorgfältig fortgesetzt. Heute schon sind Dünentheile in den Umgebungen von la Teste de Buch, nahe am Busen von Arcachon, mit schönen Kieferwäldern bedeckt und in wenigen Jahren werden solche den ganzen Dünenzug zwischen den Mündungen des Adour und der Garonne überkleiden. Bremontier's Arbeiten sind einer jener merkwürdigen Kämpfe, welche der Geist des Menschen mit Erfolg gegen die Elemente besteht. Nur eine sorgfältige und mit Umsicht und Beharrlichkeit ausgeführte Bepflanzung der Dünen vermag Länder und Völker vor der Geisel der Versandung zu schützen.

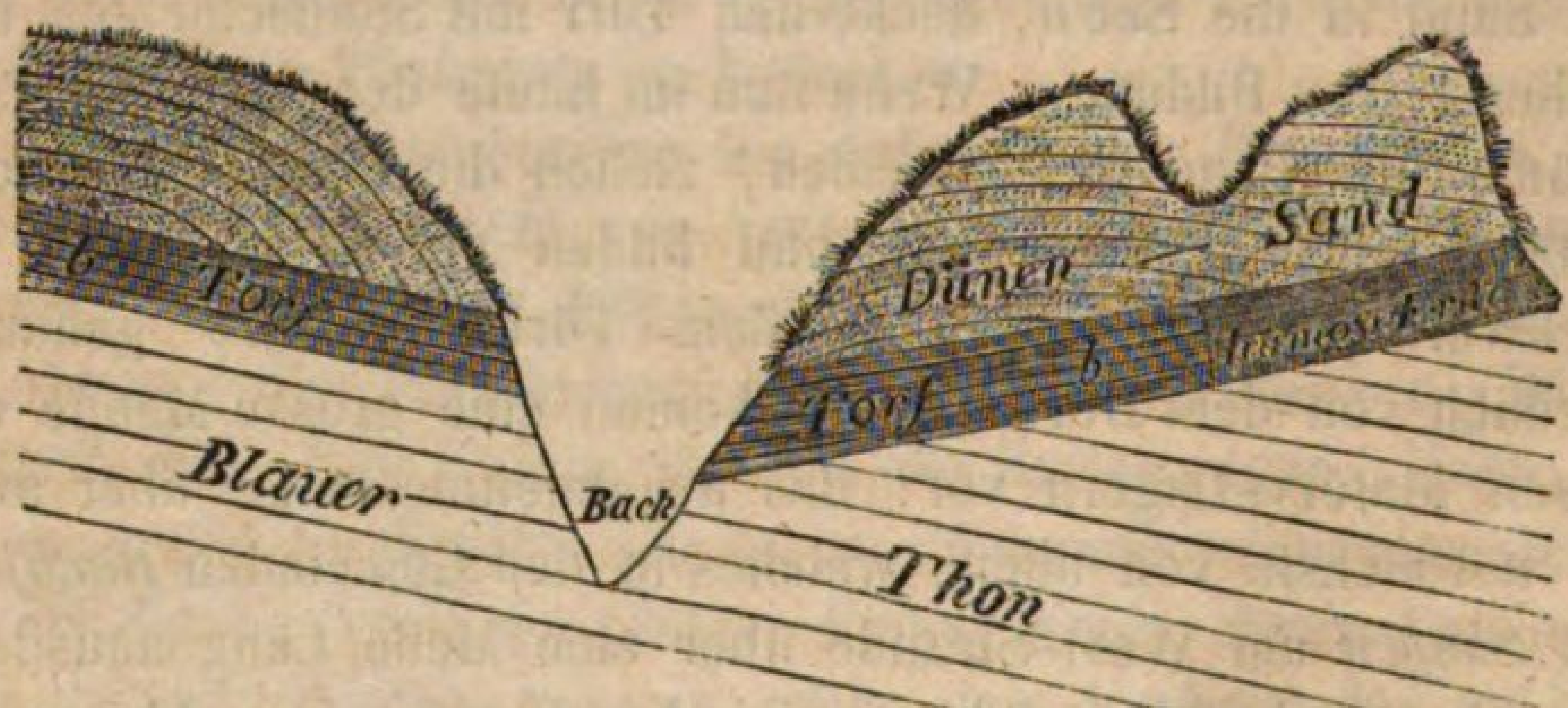
Nicht selten liegen zwischen den Dünen in den Thälchen kleine Wasseransammlungen, durch zusammengelaufene Regenwasser gebildet, aus denen hin und wieder ein Bächlein ablauft, meist dem Meer zu, seltener gegen das Land, je nach der Neigung des Bodens. Diese Wasseransammlungen werden, wie man leicht einsieht, sehr begünstigt durch eine feuchte oder

nasse Unterlage der Dünen, welcher vom Lande her öfters noch Wasser zugeführt wird. In dem Zuge der Schleswigschen und Jütländischen Dünen liegen häufig bis zu kleinen See'n ausgedehnte Wasserbecken, wahre Dünen-See'n mit einer kräftigen Vegetation von Sumpfpflanzen, die eine Torfbildung unterhält. *) Diese geht ruhig fort, solange der Dünen-Sand fixirt bleibt. Wenn aber ein ungewöhnlich starker Sturm die Oberfläche der mühsam gedämpften Düne angreift, dann fliegt der Sand in die See'n, deckt den Torf mit Sandschichten und schliesst jene Bildung. Wenn nun im Laufe der Zeiten Meeres-Ströme die Küste wegschneiden, ziehen die Dünen in's Land hinein, füllen den See aus und bilden auf diese Weise die merkwürdigen Lager von fossilem Torf, *Martörv* genannt. Nördlich von dem Dorfe *Ageren* kommt eine grosse Menge von diesen Matörv-Lagern vor; das ausgedehnteste ist aber auch das nördlichste von allen, welches in den Gemeinden *Raabjerg* und *Skagen* am West-Strande über eine Meile Längenausdehnung hat und sich tief hinein in's Land erstreckt. Aber nicht blos auf diese Küste ist das interessante Phänomen beschränkt. An der Nordküste von *Seeland*, wo sich im vorigen Jahrhundert eine sehr verderbliche Flugsand-Strecke fand, die aber schon gegen die Jahre 1760 gedämpft wurde und jetzt mit einem Fichtenwalde bedeckt ist, hat der Flugsand einige Torfmoore, die an der Grenze der Dünenkette lagen, halb bedeckt, und so das Wachsthum des Torfes theilweise unterbrochen. Während das sich fortbildende, unbedeckte Moor, einen Torf enthält, der von dem Torf der übrigen Moore der Gegend durchaus nicht verschieden ist, zeigt sich der Theil desselben, der unter dem Flugsande liegt, in eine ganz andere Substanz verwandelt. Der gewöhnliche Moortorf wiegt trocken 16—20 Pfund der Kubikfuss; der vom Sande zusammengepresste dagegen wiegt 78 Pfund. Während man in dem gewöhnlichen Torf, nachdem er ausgetrocknet ist, kaum eine Spur von Schichtung wahrnimmt, ist dieser ausserordentlich deutlich geschichtet, ja fast schiefrig und verglichen mit den Seitenwänden einer noch frischen Torfgrube, sieht man deutlich, dass die Dünen-Schichten das Product *einer* Vegetationsperiode, also *eines Jahres* enthalten. Wenn nun, wie es der

*) Forchhammer geogn. Stud. am Meere; a. a. O.

Fall im nördlichen *Seeland* ist, das Torfmoor grossentheils durch den Abfall einer Waldvegetation gebildet wird, so ist es unmöglich diesen vom Flugsand bedeckten *Torf* in Handstücken von der *Braunkohle* zu unterscheiden.

Zwischen den Dörfern *Lyngbye* und *Lökken* in *Vensyssel* findet sich ein solches Martörv-Lager etwa 15′ über dem Niveau des Meeres; es ruht auf blauem Thon abweichend und übergreifend, und zwar so, dass die Schichten des Torfs von



beiden Seiten schwach geneigt sind gegen die Mitte, wo ein kleiner Bach fliesst, der das Lager des Torfs unterbricht und sich tief in den unterliegenden Thon eingeschnitten hat. Das Lager des Martorfs selbst geht in seiner Fortsetzung an der Seite völlig in schwarze Dammerde über, und diese sowohl als der Torf sind mit geschichteten Flugsand-Massen bedeckt. Verfolgt man das kleine Thal, so findet man, wenn man die Dünen-Reihe verlassen hat, einen kleinen Bach, der an dieser Stelle wie fast überall in Dänemark, von Wiesen-Torf eingeschlossen ist, und so hat man hier eine vollkommene Erklärung des interessanten Phänomens der Bildung dieses Lagers von Brennmaterial, welches schon fossil geworden ist. Ein dreifaches Schichten-System zeigt sich in diesem Kliff. Der untere blaue Thon, eine Meeres-Bildung der jetzigen Erdperiode, neigt sich unter einem Winkel von 5°—8° gegen S, dann die Süsswasser-Bildung des Martorfs mit nördlichem und südlichem Einschiessen; dann der Dünensand mit seiner wellenförmigen oft stark geneigten Schichtung.

An einem anderen Orte ruht der vom Dünensand bedeckte Martorf auf horizontalen Schichten von blauem Thon voll von Cardium edule und Mytilus edulis. Da nun der Torf viele Ueberreste von Land- und Süsswasserpflanzen hat, der Dünen-

sand dagegen nicht selten Austernschalen, die der Austernfresser (Hæmatopus ostralegus) auf die Dünen trägt, so haben wir hier solche Abwechslungen, wie tertiäre Bildungen sie zu zeigen pflegen.

Das merkwürdige Martorf-Lager der Nordspitze Jütlands zieht sich eine Meile weit von Skiveren bis nach Hoyen wie ein schwarzer Streifen in den senkrechten Kliffs des Ufers hin. Es ruht auf feinem Meersand, der theils einzelne Rollsteine enthält, theils wirkliche Geröll-Lager in sich schliesst. Es finden sich in diesem Torfe eine grosse Menge Sumpfpflanzen und namentlich die Saamenkörner von Menyanthes trifoliata, so wie Stämme und Zweige von Birken, Eichen, Espen, Weiden, Insekten und die Geweihe vom Hirsch, so wie die Zähne von Ochsen. Ausserdem enthält das Lager Kunstproducte, namentlich Pfeilspitzen von Feuerstein, woraus erhellt, dass es zur Zeit als das Land schon bewohnt war, noch ein See, oder ein weiches Moor gewesen sein muss. Mit allem Grund kann man annehmen, dass es einst ein See war, da man in den Seemooren im Lande überall verbreitet die gleichen Thierreste findet, die Geweihe von Hirschen, Elenthieren, die Schädel und Hörner von Ochsen, selten die Geweihe von Rennthieren — Ueberreste von Thieren, welche entweder durch die Eisdecke des See's eingebrochen, oder durch die schwimmende Moosdecke eingesunken sind.

Man erstaunt über die Veränderungen, welche die Spitze Jütlands erlitten haben muss, seitdem Menschen das Land bewohnen; denn der See, in welchem sich dieser Torf gebildet hat, muss wenigstens eine Meile Ausdehnung gehabt haben. Jetzt ist das Ganze von Sanddünen bedeckt. Am westlichen Ufer von Jütland liegt eine Reihe ähnlicher Torflager gegen S hinab; südlich von Liimfjord sieht man sie *unter* dem Niveau des Meeres und bei der Insel *Sylt* liegen sie 6—8 Fuss *unter* dem Meere, grosse Birkenstämme einschliessend. Weiter gegen S liegen sie unter der *Marsch*, also tief unter dem Niveau des jetzigen Meeres, wie an den Küsten von *Holland* und noch weiter südlich, an den Küsten von *Kornwallis*. Sie bezeichnen jene grosse *Senkung*, die in unserer jetzigen Erdperiode, von der westlichen Küste Englands bis an dem Liimfjord stattgefunden, den Ufern der Nordsee ihr jetziges Ver-

hältniss gegeben, und ohne Zweifel die *Trennung Englands* von *Frankreich* entweder vorbereitet oder bewirkt hat.

In der Regel ist zwischen Raabjerg und Skagen nur ein Torflager vorhanden, das stellenweise eine Mächtigkeit von 4 Fuss erreicht. Seine Unterlage, theils Strandsand mit einzelnen Rollsteinen, theils feiner steinfreier Sand, wahrer Flugsand, ist bisweilen ein feines Kiesel-Lager, wie es in Dänemark überall unter den Seemooren liegt und fossile Infusorien enthält.

Hin und wieder ist der Strandsand unter dem Torf durch Eisenrost zu einem festen Sandstein verbunden. Diese Moor-Eisenbildung steht mit dem Titaneisengehalt des Dünensandes in Verbindung; überall findet man in Nord-Jütland in den Dünenthälern, wo die Düne bewachsen ist, einen Absatz von Eisenschichten, ein Product der Einwirkung des Humus auf den Eisengehalt des Sandes. S. 350.

Hin und wieder liegt im Martorf wahre *Holzkohle*, ein Umstand, welcher besonders beim *Seeländischen* Moortorf vorkommt, und überhaupt den *Dänischen* Torfmooren eigenthümlich ist, wo diese mehr oder weniger aus Holz gebildet sind. Man kann dieselbe wohl nur von Waldbränden ableiten, die damals in Dänemark ebenso stattgefunden haben, wie heute in Nordamerika. *)

Mehrfache Aehnlichkeit mit diesen Verhältnissen der Dänischen Dünen hat die Dünenbildung an der *Pommerschen* Küste nach den Schilderungen von D. G. Thebesius **), welcher auch sehr interessante Thatsachen über die Veränderungen mittheilt, welche das Pommersche Küstenland und die nahen Inseln durch Einwirkung des Meeres erlitten haben.

Die Dünen schützen die Küste gegen den Angriff des Meeres, und geben ihr ein sehr einförmiges Ansehen.

Ein grosser Theil der Küsten aller Meere wird durch sie gebildet und erhält durch sie eine eigenthümliche einfache

*) Forchhammer geogn. Stud. am Meere a. a. O. Diese vortreffliche, an höchst interessanten Thatsachen überaus reiche Abhandlung, ist so geschrieben, dass ein Auszug daraus, mit anderen, als des Verfassers Worten gegeben, einer Verunstaltung gleich käme.

**) Beiträge zur Naturgeschichte des Pommerlandes, in den Baltischen *Studien* Bd. III.

Gestaltung, indem sich die Sandmassen nach der Linie anlegen, nach welcher die Wellen gegen den Strand auslaufen. Holland ist durch eine ununterbrochene Dünenreihe gegen das Meer geschützt; ein Dünenwall schied vor 1825 die Nordsee von dem Liimpfjord in Jütland, bis ihn die grosse Sturmfluth durchbrach. Die Küsten der Schottischen Grafschaften *Aberdeen* und *Banff* sind von einem Dünenzug eingefasst, der dieselben mehr schützt und gegen die zerstörende Einwirkung des Meeres sichert, als an anderen Punkten festes Gestein, auf welches die Wellen stärker wirken, als auf den beweglichen Sand, von dem häufig die eine Fluth wieder dasjenige anlegt, was die andere vorhergehende weggespült hat.

Kennt man von einer beweglichen Düne den Grad ihres jährlichen Vorschreitens, und geschieht dasselbe gleichförmig, so kann man die Zeit bestimmen, zu welcher sie ursprünglich gebildet wurde. Sie erscheint unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, als ein *Chronometer*, wie es schon Deluc und Cuvier angedeutet haben. Sie können jedenfalls, wo man sie im Inneren des Landes unter Verhältnissen antrifft, die eine Vergleichung mit denjenigen zulassen, unter welchen wir sie am Meere sehen, als Beweise früherer Meeresstände gelten. An der Westseite von Jütland, Schleswig und Holstein liegt nach Forchhammer, an der Grenze der Marsch, eine *zweite* Dünenkette, welche älter als die Marsch ist, und das Ufer des Meeres einer früheren vorhistorischen Zeit repräsentirt. Sie ist an einzelnen Orten 4 - 5 Meilen von der jetzigen Dünenkette entfernt, und hat nur eine geringe Höhe. Ihre Verhältnisse deuten ein viel weniger bewegtes Meer an, als dasjenige ist, welches die heutigen Küsten bespült. Als alte Dünen müssen auch die Sandhügelketten zwischen der *Wolga* und dem *Jaik* betrachtet werden, welche sich vom Elton-See bis zum Caspischen Meer erstrecken, niederer als die Dünen Jütlands, aber wie diese in Ketten gereiht sind, mit dazwischen liegenden Thälchen und Wasseransammlungen und Vegetationsverhältnisse wie jene haben. Es sind Dünen, welche das Schwarze und das Caspische Meer hinterlassen, und die eine so bedeutende Breite durch den allmähligen Rückzug des Meerwassers erhalten haben, indem dieses ausserhalb einer älteren Dünenkette immer wieder eine neue bildete.

Der Eindruck, welchen der Anblick des Innern eines Dünenzuges macht, ist von so eigenthümlicher Art, dass er wohl in lebendiger Erinnerung bei Jedem bleibt, der einmal eine Dünengegend durchwandert hat. Die leicht zu erreichenden Dünenküsten des Adria-Meers zwischen Ravenna und Aquileia, die Nordseeküste von Calais und Ostende bis hinauf nach Friesland und weiter hin durch Schleswig und Jütland, bieten eine schöne Gelegenheit zur Beobachtung ausgedehnter Dünenzuge dar, mit allen charakteristischen Eigenthümlichkeiten.

Unbeschreiblich öde und traurig ist der Anblick einer Dünengegend überall nur weisser trockener Sand, den jeder Wind in Bewegung setzt. Selten sieht man ein lebendiges Wesen in dieser Einöde. Der Austernfischer (Hæmatopus ostralegus), der hin und wieder auf der Höhe einer Düne seine Beute verzehrt, ein Hase, das sind die einzigen grösseren Thiere, die man, aber auch nur selten, sieht; der einzige Laut, der das Ohr trifft, ist der regelmässige Schlag der Wellen an das Ufer. Meilenweit dieselbe traurige Einförmigkeit. Da und dort ein grüner Fleck von Strandhafer (Elymus arenarius), Sandginster (Genista sericea) oder Sandried (Ammophila s. Arundo arenaria) und in den Dünenthälchen im Wasser Binsen (Scirpus littoralis) und Simsen (Juncus maritimus und balticus). Steigt man auf die Höhe der Düne, so wechselt die Scene; jetzt breitet sich das Meer unermesslich und unendlich, mit seinen weissen, der Küste zulaufenden Wogenzügen vor dem Auge aus. Aber auch das Meer ist in der Dünennähe wenig belebt, denn die Schiffe fliehen die unsichere Küste; nur in der Entfernung ziehen weisse Segel hin und her.

Bei Sturm ist man kaum im Stande sich aufrecht auf der Düne zu erhalten, es sei denn, dass eine hohe Düne hart am Meere liege und senkrecht gegen dasselbe abfalle. Dann fühlt man den Wind nur wenig oder gar nicht, wenn sein Strom tief geht und eine gewisse Höhe über der Meeresfläche einnimmt, wie es gewöhnlich bei NW Stürmen am Dänischen Nordseeufer der Fall ist, allwo bei den senkrechten bis 200 Fuss hohen Abstürzen des Ufers sich diese Erfahrung überall wiederholt. Das am dortigen Ufer weidende Vieh sucht daher bei Sturm immer den Rand der Kliffs, und stürzt

nicht selten hinab. Die Ursache dieser Erscheinung liegt darin, dass der tiefgehende Windstrom gegen die senkrechte Mauer anprellt und einen senkrecht aufsteigenden Luftstrom veranlasst der über das Kliff aufsteigt; dabei ist man durch eine wahre Luftmauer gegen den Sturm geschützt.

Unter anderen Verhältnissen kann man bei Sturm in den Dünen nicht verweilen, da der Wind den Sand ergreift, und die eckigen Körner gegen Gesicht und Hände peitscht, was so sehr schmerzt, dass man es nicht lange aushalten kann. Dazu kommt noch, dass man nach allen Seiten von Sandwolken umgeben ist. Längs der ganzen Küste ist das Getöse des Wellenschlags so gewaltig, dass es schwer hält, sich einem Begleiter verständlich zu machen; donnernd stürzt Welle auf Welle an's Ufer. Liegen Sandbänke vor, über welchen das tobende Meer sich bricht, dann überstürzen sich darauf die hohlen Wellen; wie Wasserfälle stürzen sie nieder und zerschlagen sich in Schaum. Ein grossartiger Anblick! Schneeweisse Schaumbälle trägt der Sturm landeinwärts, die wie Mövenzüge über die Dünen weit in's Land hinein ziehen, und Alles was sie berühren, mit Salz überkrusten. *)

Sand der Wüsten.

Die Westküste Afrikas ist zwischen dem 30ten und 15ten Grade nördlicher Breite flach und mit ausserordentlich grossen Dünen bedeckt. Der Meeresgrund ist hier eine Sandbank, die fast im Niveau des Meeres liegt, vom *Cap Nun* bis *Cap Bojador* und von da südlich herab bis zum *Cap Verde.* Längs dieser Küste ziehen dürre Flugsanddünen hin. *Cap Blanco* ist eine flache, in's Meer hinauslaufende Sandspitze, nackt und baumlos. Am Cap Verde liegen zwei 600 Fuss hohe Dünen (Les Mammelles), wie ein Paar colossaler Sandwogen, das Heer der niedrigen Küstendünen überragend.

Von diesem Küstenstriche aus wird der Sand von den herrschenden West- und Nordwestwinden in's Innere des flachen Landes getrieben; immer wieder sich erneuernd durch das Meer, immer wieder fortgetragen durch den Wind. So wurde das grosse Sandmeer der *Sahara* gebildet, das mehr

*) Forchhammer a. a. O.

als doppelt so gross ist, als das Mittelmeer. Erobernd schreitet der Sand, alles verödend, als *Wüste ohne Wasser* vorwärts; im *Westen* Afrikas ein Wandermeer, das vom Sturmwind aufgeregt, treuloser als das Meer ist. *) „Kein Thau, kein Regen benetzt diese öden Flächen und entwickelt im glühenden Schooss der Erde **) den Keim des Pflanzenlebens. Denn heisse Luftsäulen steigen überall aufwärts, lösen die Dünste und verscheuchen das vorübergehende Gewölk."

Nur der schnellfüssige Strauss und Antilopen leben innerhalb der Wüste, und nur ihnen allein begegnet da in der Todtenstille das Sausen des Windes und die Caravane, die auf Wegen, welche der Handelsverkehr seit Jahrtausenden unwandelbar bestimmt hat, mit dem „Schiff der Wüste" den langen, kühnen Zug macht.

Wenige Gewächse wurzeln in dem dürren Sande und widerstehen den Gluthwinden: Disteln, die Mannastaude, dann und wann krüppeliges Strauchwerk und dornige Gummi liefernde Mimosen und Acacien. An vielen Stellen nackter Felsboden; sonst überall nur Sand und Himmel. ***)

Die *Osthälfte* des grossen *Wüstemeeres* wird vom *Mittelmeer* aus *versandet*. An den flachen Küsten von Aegypten, von Alexandrien am Nildelta vorüber bis Syrien liegen grosse Dünenzüge, deren Sand die Stürme über das Land hinwerfen, und die herrschenden Nord- und Nordwestwinde tiefer in dasselbe hineintragen. Sie treiben ihn bis in das Delta, östlich über die Landenge von Suez, und von der Lybischen Küste her ist *Nubien* versandet, welchem von der Dünenküste der Syrte, zwischen dem Gebirge von Ghuriano und dem Plateau von Barka Sand zugeführt wird. Zwischen dem 24 und 15 Breitegrad ist Nubien eine Wüste. Das culturfähige Land Nubiens beschränkt sich auf die nächsten Ufer des Nil und des Atbara, der aus den Hochgebirgen Abyssiniens kommend, sich im Lande der Berber mit dem Nil vereiniget. Die Sandmassen übersteigen selbst den westlichen Nilwall in Oberägypten, das

*) A. v. Humboldt, Asie centrale III. S. 193.

**) Die Temperatur des Sandes steigt in der Tropenzone auf 50°—60° C.

***) A. v. Humboldt, Ansichten der Natur. 1. Bd. C. Ritter, Erdkunde. 1. Thl. Afrika. 2te Ausgabe.

Lybische niedrige Gebirge, welches von Theben bis zur Spitze des Delta aus Tertiärschichten, namentlich aus Nummulithenkalk besteht, unter welchem unterhalb Theben bis zu den Wasserfällen bei Assuan Muschelkalk und bunter Sandstein hervortreten. Das linke Nilufer Oberägyptens würde längst aufgehört haben bewohnbar zu sein, wenn die Lybische Bergkette und selbst die Pyramiden das Eindringen des Sandes nicht mehr oder weniger hindern würden. Schon ist viel Ackerland versandet und Gipfel mehrerer alten in Trümmer zerfallenen Städte ragen aus dem bedeckenden Sande hervor.

„Nichts", sagt Denon, „vermag einen traurigeren Eindruck zu bewirken, als wenn man so über Ortschaften wandert, die der Sand der Wüste verschlungen hat, wenn unser Fuss über ihren Dächern einhergeht, an die Mauren ihrer Minarets anstösst, und wir uns alsdann erinnern, dass ringsumher fruchtbare Aecker lagen, dass Bäume dort wuchsen, dass hier die Wohnungen von Menschen standen, und dass das Alles nun verschwunden ist."

Westlich von der Lybischen Bergkette liegt die Lybische Wüste, eine grosse hügelige und nur von einzelnen Berggruppen unterbrochene wüste Ebene, welche in W mit der grossen Sahara und in S mit der Wüste des westlichen Theils von Nubien in unmittelbarer Verbindung steht. Dieser ägyptische Theil der Lybischen Wüste ist eine weite hügelige gelbrothe Sandebene, ohne alle Spur von Vegetation, ohne Wasser, in welcher ganz ebene Strecken mit solchen wechseln, die durch Gruppen niederer ausdruckloser kahler Bergketten gebildet werden. Der Boden ist fest, häufig mit Geschieben und Geröllen überstreut. Der Sand liegt zwischen diesen oder hinter kleinen Erhöhungen des Bodens, um kleines Gestrüppe angesammelt, oder vor schroffen Felswänden aufgehäuft und hinter freistehenden Felsen in südlicher Richtung in oftmals langgezogenen, bisweilen über 100 Fuss hohen Hügeln. Einzelne Vertiefungen in dem Plateau sind ganz von Sand erfüllt, und ebenso Buchten und Thälchen der bergigen Districte.

In der Westhälfte der afrikanischen Wüste sind fast keine *Oasen*, während sie in der Osthälfte, in der Lybischen Wüste wie Inseln im Ocean zahlreich zerstreut sind. Diese *Oasen* sind thal- oder beckenförmige Vertiefungen in dem grossen

Wüsten-Plateau, umgeben von Hügelzügen und Bergketten. Wasseransammlungen einerseits durch die umgebenden Berge, andererseits durch das Zusitzen der Wasser des Nils auf Letten- und Thonlagen bewirkt, rufen hier, wie überall in warmen Klimaten eine rege, kräftigere Vegetation hervor, welche gegen die unbeschreibliche Oede und Wüste der Umgebung wohl prächtig erscheint, und das Gemüth des Wanderers erfreut, der nach durchschrittener grenzenloser Einförmigkeit und Dürre der Wüste, nach Entbehrungen ausserordentlicher Art, einen solchen Ort der Labung erreicht. „Einige struppige Dattelsträucher, ein Tamarisken-Gestrüppe, etwas feuchtes, kaum bepflanzbares Land und ein dürrer meist aus Salzpflanzen *) bestehender grüner Ueberzug des Bodens, im Verein mit einigen armseligen Hütten kulturloser Menschen, vermögen sich in der Phantasie des erschöpften Reisenden mit der Idee von den Inseln der Seligen zu vereinigen, und so konnten die *Oasen* die *μακάρων νῆσοι Herodots* werden. **)

Vor allen ist die dattelreiche Oase von *Siwah* bemerkenswerth, in welcher die Trümmer des Jupiter-Ammon-Tempels den ehrwürdigen Sitz früher Menschenbildung bezeichnen. Sie liegt nach Calliaud 96 Par. Fuss unter dem Mittelmeer.

Im westlichen Theil der Sahara ist die Sandanhäufung ausserordentlich stark, theils weil von der Küste des atlantischen Meeres stets neue Sandmengen ostwärts geführt, theils weil durch den Nordost-Passat von dem weitöstlich vorgeschrittenen Sande, wieder ein grosser Theil westwärts zurückgeführt wird. In diesem Sandmeer toben öfters Stürme, die den Caravanenzügen verderblich sind, insbesondere durch Aufenthalt, wobei sie alles mitgeführte Wasser verbrauchen, oder durch Versandung von Wasserstellen. So kam in neuer Zeit nach Jackson ***) während er sich an der Grenze der Wüste aufhielt, 1805 auf dem Wüstenweg von Tafilet in Marocco nach Tombuctu eine ganze Caravane von 2000 Menschen und 1800 Kameelen um's Leben, weil eine der Oasen,

*) Hedysarum Alhagi, Cressa cretica, Dactylis repens, Cynodon dactylon, Zygophyllum album.

**) Ehrenberg, Beitr. z. Char. d. Nordafr. Wüsten in den Abh. d. K. Acad. d. Wiss. zu Berlin für 1827, erschienen 1830.

***) Jackson Account of Marocco. 1811 in Ritters Erdkunde I. 1030.

die sonst eine Station der Caravane war, kein Wasser mehr hatte.

Als BELZONI der Paduaner in neuer Zeit von Aegypten aus eine Reise nach der Oase *El Wah* durch die Lybische Wüste machte, gelangte er am 4ten Tage in eine weite mit Kieseln überstreute Ebene, in welcher durch niedere Anhöhen getheilte zahlreiche Haufen von Menschenknochen lagen, leicht mit Erde überdeckt, wie Grabstädten, wohl 50 an der Zahl, die zusammen gewiss die Reste von 5000 Leichen enthalten. Nach der Aussage der ihn begleitenden Beduinen sollen in einiger Entfernung von dieser Stelle noch eine grosse Menge solcher Haufen liegen. Die Lage dieser Leichenfelder stimmt merkwürdig mit der Lage jener Stelle in der Lybischen Wüste überein, an welcher das Heer des *Kambyses* umgekommen sein soll. Dieser wahnwitzige Perserkönig schickte von Theben aus ein grosses Heer gegen die Ammonier nach der heutigen Oase Siwah ab, das die Bewohner von Ammonium zu Sklaven machen, und den Tempel des Jupiter-Ammon verbrennen sollte. *) Sie erreichten mit Führern durch die Wüste nach 7 Tagmärschen die von Samiern bewohnte Stadt *Oasis*, deren Ruinen zu *Charjé*, in der heutigen grossen Oase *El Kibli* liegen, in der Richtung von Theben nach der *Ammonischen Oase. Diese* Gegend nannten die Griechen, die *„Inseln der Glückseligen."* Von da zog das Heer, nach der Sage der Ammonier, weiter durch die Wüste gegen Ammonium, soll aber auf dem halben Wege durch einen unerhört heftigen Südwind vom Sand begraben worden sein.

Die Gefahr ist bei Stürmen selbst am Rand der Wüste gross. DELLA CELLA **), der das seit einem vollen Jahrtausend von Europäern unbesuchte paradiesische Plateau von *Barka* am Mittelmeer beschreibt, das Land der Hesperischen Gärten, bemerkt ausdrücklich, dass das ganze Tripolitanische Heer, dem er 1817 folgte, beim Durchschreiten der bis an die Küste der traurigen *Syrte-Bucht* vorspringenden Nordspitze der Sahara, bei Südwind leicht hätte lebendig begraben werden können.

*) HERODOT. l. 3. C. 25 u. 26.

**) DELLA CELLA, Viaggio da Tripoli di Barberia alle frontiere occidentali dell Egitto fatto nel A. 1817 e scritto in Lettere al Sign. D. Viviani Prof. di Botanica Genova A. 1819.

Zwischen dem *Nil* und dem *Rothen Meer* liegt die *grosse Nubische Wüste.* Sie unterscheidet sich von der Lybischen Wüste durch ihren *gebirgigen* Charakter, durch die geringen Sandanhäufungen, und namentlich auch dadurch, dass sie keine Oasen einschliesst. Sie beginnt nördlich mit dem Granitzug der Wasserfälle von Assuan, der sich von W nach O bis an das Rothe Meer hin erstreckt. Dieser Granitzug bildet in einer Breite von 2—3 Tagreisen eine der furchbarsten Wüsten. Wild zertrümmerte nackte schwarze Felsmassen und gelbrother Sand liegen in chaotischem Gemenge unter einander. Südlich dieses Granitzuges ist das Gestein der Wüste Sandstein, in dürren Haufen und Gruppen; in Vertiefungen und Thälern dazwischen dürrer Sand. So dauert es fort bis gegen 21° 30' N. B., wo die Sandsteinbildung in weitgedehnte, sandbedeckte Ebenen ausläuft, mit einzelnen, isolirten Berggruppen. Ungefähr im 21° N. B. ist das Sandsteingebirge von einem mächtigen Porphyr- und Granitzug durchsetzt, der die Wüste aus W nach O durchzieht, und sich 1000' über dieselbe erhebt. Grosse ausgedehnte Sandstein-Ebenen wechseln mehrmals mit ähnlichen Zügen. Gegen den 19 B. G. verlieren sich die grossen Ebenen, so wie die grösseren Bergzüge, und die Wüste zeigt sich wieder reich an isolirten Sandsteingruppen. Zwischen dem 18 und 19 B. G. beginnen die Bergketten plutonischer Gesteine wieder; grobkörniger Granit in Thonschiefer und Kalkstein, auch Diorite, selten Porphyr. Das herrschende Gestein der Wüste bleibt bunter Sandstein.

Zwischen dem 17 und 18 B. G. beginnen die tropischen Regen, mit ihnen Pflanzenwachsthum und Thierleben und die eigentliche Wüste hört auf; je weiter gegen Süden desto vollkommener tritt Savannen-Land auf. Diesen Uebergang zeigen auch die grossen Ebenen nördlich von Kordofan und Darfur, von welchen ein Theil unter dem Namen der *Bahiuda* bekannt ist, welche am Südrande der grossen westlichen Wüste den ganzen Zwischenraum der grossen Nilkrümmung im südlichen Nubien erfüllt, und sich im Süden mit den Savannen von Kordofan verbindet. *) In der hügeligen Wüste zwischen Kairo und Suez ist der Boden Kreide. Ueber die Landenge von *Suez*, die mit Kieseln besetzt ist, zwischen welchen

*) Russegger im Jahrb. d. Min. 1840.

Nord- und Nordwestwinde den Sand fortgeblasen haben, setzt die Wüste weiter östlich fort durch *Arabien* und *Persien*. Auf der Halbinsel des Sinai ist *das Tönen des Sandes von Nakuhs* ein Gegenstand, der die Morgenländer lebhaft anspricht. Längs der Ostküste des Busens von Suez zieht ein niedriges Sandsteingebirge hin, unmittelbar vom Meere aufsteigend. Drei Stunden von Tor am Sinai hat der ungefähr 150 Fuss hohe Bergrücken einen steilen Abfall gegen die Küste, der bis zu seinem Gipfel von einem tiefen groben Sandfelde bedeckt ist, allwo sich der Sand durch die Verwitterung des Gesteins beständig erneuert. Der Bergrücken bildet hier ein gegen das Meer hin offenes, amphitheatralisches Thal. Der Sand ist grob und ungewöhnlich trocken. An diesem Abfall lässt sich zuweilen ein auffallendes, sehr durchdringendes Getöse vernehmen. Seetzen, der 1810 zuerst auf diese Merkwürdigkeit aufmerksam gemacht hat, sagt, es gleiche anfangs dem Tone einer Aeolsharfe, werde später dem eines Hohlkreisels ähnlich, und erreiche zuletzt eine solche Stärke, dass die Erde zu beben scheine. In der Phantasie des Arabers hat es Aehnlichkeit mit dem Tönen des *El Nakuhs's*, eines langen horizontal aufgehängten Brettes, welches in den griechischen Klöstern des Orients den meist untersagten Gebrauch der Glocken ersetzen muss, und eben dies hat Veranlassung zu dem Namen jenes Ortes gegeben. Ehrenberg hat 1823 den wunderbaren Ort ebenfalls besucht, und sowohl das Tönen des Sandes, als die von Seetzen gegebene Erklärung des Phänomens, nach welcher das Herabrutschen des groben Sandes die Ursache ist, bestätiget. Er stieg in dem sich steil von der Küste aus erhebenden tiefen Sande bis zum Gipfel des Berges. Jeder Fusstritt von ihm und seinem Begleiter erregte durch den in Bewegung gesetzten Sand ein partielles Geräusch, welches nur an Dauer und Intensität von dem verschieden war, das sich später hören liess, wenn das fortdauernde Hinaufsteigen eine grössere Sandmasse zum Herabrutschen gebracht hatte. Mit einem leisen Rauschen anfangend, ging es allmählig in ein Murmeln, Summen, und zuletzt in ein Dröhnen von solcher Heftigkeit über, dass man es mit einem fernen Kanonendonner hätte vergleichen können, wenn es nicht anhaltender und gleichförmiger gewesen wäre. Eben so allmählig, wie es entstanden war, verschwand es

auch wieder an den verschiedenen Punkten, wenn nach einiger Zeit der Sand zur Ruhe kam. *)

Vom atlantischen Ocean bis an's Rothe Meer nehmen die wüsten Landstriche, welche die *Sahara*, die *Lybische Wüste*, die *Aegyptische* und die *Nubische Wüste* einschliessen, einen Raum von 55 Längengraden und 15 Breitegraden ein.

Die Wüstenzüge Ostwärts durch *Arabien*, *Persien*, *Candahar Tchian-chan Nanlou* und das Land der *Mongolen* bis zum Ostrande von *Gobi*, werden grossentheils von nacktem Felsboden, öden wüsten Hügel- und Bergzügen eingenommen, zwischen welchen grosse Sandfelder liegen, die, wenn sie von starken Winden bewegt werden, Versandung und Zerstörung verbreiten; doch seltener und in geringerer Ausdehnung, als in den Afrikanischen Wüsten. Nahe bei Sarepta im Süden des Aralsee's häufen die starken Winde, die aus Innerasien wehen, zwischen dem Sir und dem Amu, ausserordentliche Sandmassen auf, die ganze Dörfer verschlingen. Aehnliche Zerstörungen treffen auch Theile der kleinen Bucharei. Chinesische Schriftsteller berichten, dass bis gegen die Mitte des 7ten Jahrhunderts ein grosser Handelsweg zwischen der Ostgrenze der Provinz Chensi und Khotan bestand, der im Norden der Gebirgskette des Kuenlun und parallel mit derselben hinzog. Der Weg und alle Dörfer, welche der Handelsverkehr längs desselben hervorgerufen hatte, sind vom Sand verschlungen worden. **)

Mehr als zwei Fünftheil des gesammten Wüstenstriches, der eine Ausdehnung von 132 Längengraden hat, liegt im Westen des Indus und der Tropenzone nahe. Das ist der Grund des Einflusses, den die ungeheure Wüstenfläche auf die Vertheilung der Wärme über einen grossen Theil der Erdoberfläche ausübt. ***) Sie strahlt eine unermessliche Wärmemenge aus.

Unverkennbar gross ist der Einfluss der Wüsten auf den Menschen. Wo die Natur ihn so sparsam und doch richtig leitet, entwickelt sich sein Geist an den wenigen vorkommenden Erscheinungen und Naturkörpern kräftiger und grossartiger, als unter einer Fülle von Erscheinungen, wobei eine

*) Ehrenberg im Jahrb. für Mineralogie 1830.

**) Klaproth in A. v. Humboldt Asie centrale II. 254 u. 255.

***) Ebendas. III. 193.

nach der anderen am Geiste vorübergeht, ohne dass er sie fester hält, und jede einzelne bald wieder verschwindet. In der einförmigen unermesslichen Wüste ist jeder der wenigen und selten vorkommenden Naturkörper, von grossem Gewicht, und erlangt eine hohe physische und symbolische Bedeutung. Die unergründliche Stille der Nacht, die grenzenlose Einförmigkeit der Fläche vermindert so sehr bei Auge und Ohr die Richtigkeit des Maasstabes bei ihren Wahrnehmungen; die spiegelnde Eigenschaft der erhitzten Luftschichten wirkt dergestalt auf das Gesicht ein; dass die einzeln auftretenden Naturkörper oft plötzlich geisterartig erscheinen und sich verwandeln, sich augenblicklich nähern und wieder meilenweit entfernen. Das erregt und steigert die Einbildungskraft, eine reiche Phantasie wird dabei entwickelt. Ein Vogel erscheint wie ein Kameel; der Fusstritt oder das Lispeln des stundenweit heranziehenden Beduinen, das Fortrollen einer feuchten Sandkugel durch den heiligen Strahlkäfer (*Ateuchus sacer* *)) schreckt auf. Gewöhnung an Entbehrungen aller Art, höchste Genügsamkeit, hagere Gestalt, scharfer Sinn, kräftig das Einzelne erfassender Geist, lebhafte Phantasie und Kühnheit zeichnen den Menschen aus, der mit der Naturgewalt der Wüste kämpft. Da er nur durch sie zu Stellen gelangt, die seine Bedürfnisse oder sein Streben befriedigen, so ist er zu einem Wanderleben voll Entbehrung und Gefahr aufgefordert. Die Gewähr der Sicherheit gibt ihm die Gesellschaft; beim Wohnen an festen Plätzen und beim Wandern. So bildeten sich Caravanenzüge, welche Afrika wie keinen anderen Welttheil charakterisiren, Züge durch die Wüste und zu den Oasen, welche Hafenplätze für die Caravanen des Sandoceans, deren Bewohner Wirthe der Reisenden, oder Führer und Gehülfen derselben sind, oder die Besitzer der Güter, die durch die Caravanenzüge umgesetzt werden. **)

*) Dieser mit sechsstrahliger Form des Kopfes versehene Käfer, macht kleine Sandkugeln, legt in diese seine Eier, und rollt sie alsdann mit den Hinterbeinen, rückwärts gehend fort, bis er zu einem vorhin gegrabenen Loch kommt, in welches er sie dann fallen lässt. Dieser Eigenschaften wegen wurde er von den alten Aegyptern unter die heiligen Thiere gerechnet, und unzählig oft auf allen Obelisken und als Gemmen (Skarabäen-Gemmen) nachgebildet.

**) Ehrenberg im Jahrb. für Mineralogie 1834. S. 356. Ritter, Erdkunde I. S. 1006 und 1044.

Heftige Winde treiben häufig Sand und Staub in die Luft, und die leichteren Theile derselben bilden *Staubwolken*, wodurch der lockere feine Staub oftmals weithin getragen wird. Da heftige Winde, zumal Stürme, das lockere Material des ausgetrockneten Bodens, ausgetrockneter Teiche, Flussbetten und Meere u. s. w. gleichmässig aufwirbeln, so ist es ganz begreiflich, dass in den Absätzen solcher Staubwolken *Infusorien* enthalten sind. Es ist klar, dass nackter oder schwach bewachsener, trockener aufgelockerter Boden, leicht vom Winde ergriffen und in Staubform fortgetrieben werden kann. Während einer grossen Trockenheit, bei anhaltender Dürre, sind inmitten eines Culturlandes nachtheilige Wirkungen von Sand und Staub möglich, wenn heftige Winde dieselben fortbewegen, durch welche sie öfters auf grosse Entfernungen getragen werden. Aus den afrikanischen Wüsten werden Staubtheile bis 800 Seemeilen durch den Nordostpassat, vom Westrand der Sahara weg westlich getrieben; der Scirocco, der noch diesseits der Alpen im Bodenseebecken, wo er *Föhn* heisst, heftig wirkt, trägt den Wüstenstaub bis nach Genua; er führt ihn durch die Einsenkung zwischen dem Ghuriagebirge und dem Barka-Plateau heraus in den Golf der Syrte, bis Malta, Neapel und weiterhin. West- und Nordwestwinde tragen ihn bis nach Aegypten. Ehrenberg hat den an genannten Orten und bei den Cap Verdischen Inseln auf Schiffen gefallenen und gesammelten Staub untersucht, und darin 99 Arten Infusorien und Polythalamien gefunden, von welchen die Mehrzahl allen diesen an weit entlegenen Orten gefallenen Staubtheilen gemeinschaftlich zukommt. Sie machen 1/6 bis 1/3 des Staubes aus, und sind theils kieselige Polygastrica und Phytolitharia, theils kalkige Polythalamien, mit beigemengten Pflanzenpollen und Sporangien. Die vorherrschenden Formen sind Land- und Süsswassergebilde, immer mit einigen Meeresthierchen gemengt. Merkwürdiger Weise erklärt Ehrenberg die gefundenen Formen nicht für charakteristische *Afrikanische*; dagegen hat er eine charakteristische *Süd-Amerikanische* Form (Synedra entomon) darunter beobachtet! *)

*) Ehrenberg. Berlin. Monatsber. 1845. Februar. S. 53 . . . 87; ebendas. 1846. S. 202 . . . 207.

Gegenwärtige Bildungen von Sandsteinen, Kalksteinen und Conglomeraten.

Häufig werden Sand, Geschiebe, Gerölle, Muschelschalen, durch *kohlensauren Kalk* oder *Eisenoxydhydrat* verkittet, wobei sich unter unseren Augen Sandsteine und Conglomerate bilden. Solche Bildungen gehen im süssen und salzigen Wasser, am häufigsten aber am Meeresufer vor sich, an welchem auch vielfältig reinere Kalkabsätze stattfinden, die zu festen Massen erhärten. In südlichen Ländern, an den Küsten warmer Meere, kann man solche jugendliche Bildungen am häufigsten beobachten. Am gewöhnlichsten sieht man Verkittungen durch *Eisenoxydhydrat*, das an der Luft die Beschaffenheit eines wahren *Eisenrostes* annimmt, dessen festes Anhaften an Gegenstände der verschiedensten Art und dessen verkittende Kraft allgemein bekannt ist.

An Dünenküsten, wo eine den Sand bedeckende Vegetation Humustheile hinterlässt, welche durch Vermittelung des Wassers auf den Eisengehalt reducirend, und durch entstandene Humussäuren auflösend wirken (s. S. 350 und 357); oder wo Torflager auf eisenhaltigem Sand ruhen, und das gleiche chemische Verhalten gegen vorhandenes Eisen zeigen: da entsteht aus dem in Wasser gelösten gebildeten organischen Eisenoxydulsalz, durch Einfluss der Luft eine wie Eisenrost wirkende, diesem sehr ähnliche Verbindung von Eisenoxydhydrat mit Quellsatzsäure, welche verkittet, und den Sand zu festem Sandstein verbindet. Ein Stück Eisen eines gestrandeten Schiffes, das im Sand des Strandes liegen bleibt, macht um sich den Sand zusammenbacken, der bald als feste Masse das Eisenstück umgibt.

Unter solchen Verhältnissen sieht man bisweilen den Strand-Sand unter Martorflagern durch Eisen zu einem festen Sandstein verbunden. Ein interessantes Lager eines durch Rost verkitteten Lagers von Strandsand wurde nach Forchhammer *) vor wenigen Jahren bei dem Bau des Hafens von *Helsingöer* gefunden. Es lag in einer wechselnden Tiefe, höher am Ufer, tiefer weiter hinaus, auf dem gewöhnlichen Strandsand, in einer selten einen Fuss übersteigenden Mächtigkeit, und besteht aus

*) Studien am Meere; im Jahrb. f. Min. 1841. S. 26.

Sand und Rollsteinen, enthält eine grosse Menge von Stecknadeln und selbst Münzen aus dem Anfange und der Mitte des 17ten Jahrhunderts.

Hin und wieder hatte sich metallisches Kupfer als Ueberzug (wohl durch Eisen reducirt) ausgeschieden, und an vielen Stellen entdeckte man, dass metallisches Eisen zugegen gewesen, aber gänzlich oxydirt war. Eine genaue Untersuchung dieses Lagers von Strandsandstein machte es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass die Veranlassung zu seiner Bildung der Strassenkehrigt der Stadt Helsingöer war, der an das Ufer geworfen, und von dem Wellenschlag des Meeres nach und nach über den damaligen Meeresboden ausgebreitet worden war, woselbst er durch seine Eisentheile, bei deren Verrostung, verkittend wirkte, und mit Sand und Kieseln sich zu einem festen Conglomerat vereinigte. Derartige Bildungen sieht man im kleineren Maasstabe nicht selten.

Wenn eisenhaltige Wasser, in welchen gewöhnlich kohlensaures oder quellsaures Eisenoxydul aufgelöst ist, Lagen von Sand, Geröllen, Geschieben oder Muschelschalen durchsickern und nässen, dabei sich über eine ausserordentlich grosse Oberfläche verbreiten, so scheidet sich das höher oxydirte Eisen als Eisenoxydhydrat aus dem Wasser ab, füllt die Zwischenräume zwischen den einzelnen Körnern oder Stücken aus, überkleidet sie mit einem dünnen Ueberzug, und wirkt beim Austrocknen als Kitt. *)

Auf diese Weise werden allenthalben, wo diese Verhältnisse vorhanden sind, lockere Massen durch Rost in feste umgewandelt; es werden Sandsteine, Conglomerate, Breccien gebildet, und die Verbindung ist nicht selten so stark, dass man eingeschlossene Gerölle u. s. w. beim Zerschlagen der Stücke eher zerbricht, als sie vom Bindemittel lostrennt. Die Stärke des *Rostkitts* ist bekannt, und wird in der Technik vielfältig benutzt.

*) Ein vor hundert Jahren an der Küste von Hastings gestrandetes holländisches Schiff gab Veranlassung zur Bildung eines Conglomerates von Glasperlen, Messern und Sand, zu welchem die Messerklingen den Kitt hergegeben haben. G. Mantel, the wonders of geology 1838. I. S 59.

In einem ziemlich grossen Maasstabe hat sich unter ähnlichen Verhältnissen ein jugendliches Conglomerat an der Nordküste von Cornwall gebildet. Die durch Rost verkitteten Theile bestehen hier vorzüglich aus Sand und zerkleinerten Muschelschalen. Dadurch, dass die Grund-Massen dieses kalkigen Sandsteins zu verschiedenen Zeiten angetrieben worden sind, hat derselbe Schichtung erhalten, und schliesst zufällig hineingekommene Pflanzenreste ein. Er hat Häuser zerstört, und wo er sich über Kirchhöfen abgelagert hat, Menschenreste überdeckt. Man hat einen Topf mit alten Münzen darin ausgegraben. Die Erhärtung und Festigkeit dieser Steinmasse ist so beträchtlich, dass man behufs der Befestigung von Schiffen Löcher in dieselben bohrt. Sie bildet einige Meilen weit hohe Klippen an der Küste, und zieht sich in die Fistrel Bay, woselbst Brecciengänge darin vorkommen. In Höhlungen sind Stalactiten. Der Stein wird zum Bauen benützt, und zu Cranstock ist eine Kirche daraus gebaut. Der Strand ist mit Blöcken davon bedeckt, die häufig viele Zentner schwer sind, und sich von den Klippen abgelöst haben. *)

Auch im süssen Wasser, in Landsee'n, Flüssen, entstehen durch die verkittende Eigenschaft des *Eisenoxydhydrats* ähnliche Bildungen. G. Mantell hat ein Stück einer im Bett des Dove-Flusses in Derbyshire gebildeten Rostbrecie erhalten, in welcher als Zeugen ihres jugendlichen Alters, zwei Silbermünzen aus der Zeit von Eduard I. eingeschlossen sind. **)

Die jugendlichen Kalkstein-, Sandstein- und Brecienbildungen der heutigen Meere, bei welchen das Bindemittel aus *kohlensaurem Kalk* besteht, gehen an den Küsten warmer Meere in einem so grossen Maasstabe vor sich, dass man durch sie ein richtiges Bild von dem Entstehen vieler älteren Ablagerungen erhält, welche man Flötzformationen nennt. Bei einer aufmerksamen Betrachtung aller Umstände, unter denen diese Ablagerungen erfolgen, erhalten wir einige Einsicht in den Vorgang ihrer Bildung.

Das Meerwasser enthält nach Durondeaus Untersuchungen ***), die er während seiner auf der Corvette la

*) *De La Beche* Geological Manual. 1833. p. 85.

**) G. Mantell the wonders of Geology 1838. I. p. 59 und abgebildet als Titelvignette.

***) Ann. de Chemie et de Phys. LXIX. p. 100.

Bonite gemachten Reise angestellt hat, einen Gehalt an *Luft*, der selten 2 Procent vom Volum des Wassers übersteigt. Diese Luft ist *sauerstoffarm*, indem sie nur 4 bis 6 Procent des Luftvolumens *Sauerstoff*, dagegen 8 bis 50 Procent *Kohlensäure* enthält. Die Luft der Oberfläche des Meerwassers enthält meistens mehr *Sauerstoff*, als das Wasser der Tiefe, aber weniger *Kohlensäure*, die reichlicher in den tieferen Wasserschichten vorhanden ist.

Vermöge dieses Gehaltes an *freier Kohlensäure*, vermag das Meerwasser überall Kalk und Bitterde *aufzulösen*, wo es mit kalkigen Felsen in Berührung ist, oder auf einem Kalkbett ruht. Das Wasser des Mittelmeeres enthält in hundert tausend Theilen 1 Theil, das Wasser des Canals 3 Theil und das Wasser des Kaspischen Meeres 8 Theile kohlensauren Kalk. Der grössere Kalkgehalt des Wassers des letzteren, eines Binnenmeeres, bei welchem in dem geschlossenen Becken alles in dem Wasser bleibt, was es vom Boden oder von den Gestaden aufnimmt, deutet den Einfluss derselben auf die Art und die Menge der Bestandtheile unverkennbar an. Bei zusammenhängenden Theilen des grossen Meeres wird durch die Strömungen die Ungleichheit des Salzgehaltes so ausgeglichen, dass die Unterschiede niemals bedeutend sind.

An den Küsten, wo beständig Pflanzen- und Thierreste auf den Strand geworfen werden, die daselbst einer Zersetzung in verschiedenen Graden unterliegen, wobei eine reichliche *Kohlensäure-Entwickelung* stattfindet, ist das Meerwasser, wie überhaupt unreiner, so auch reicher an Kohlensäure, als auf offener See. Es kann hier mehr Kalktheile auflösen, und hat folglich auch einen grösseren Gehalt an kohlensaurem Kalk. An den Küsten warmer Meere erfolgt die Zersetzung der am Strand liegenden organischen Reste sehr rasch; bei Muschelmassen, die daselbst umherliegen oder aufgehäuft werden, und sich im Fluthbezirk befinden, geht in der warmen Temperatur die Zersetzung ihres organischen Theils rasch vor sich, und jede Muschel ist eine Quelle von Kohlensäure, und jede gibt auch kohlensaure Kalkerde an das Wasser ab, in welchem freie Kohlensäure vorhanden ist. Die matte zerfressene Oberfläche der längere Zeit der Fluth ausgesetzten Strandmuscheln beurkundet diesen Vorgang.

Bespült das Meer während der Fluthzeit, Sand-, Kiesel-Muschel-Anhäufungen des Strandes, so werden diese von einem Wasser durchtränkt, worin *zweifach-kohlensaure Kalkerde* aufgelöst ist. Bei der Verdunstung, welche Wärme und Wind begünstigen, setzt sich daraus *einfach-kohlensaure Kalkerde* ab, und diese überzieht die losen Theile, füllt die Zwischenräume aus, erhärtet und verkittet.

Auf diese Weise wirkt das Meerwasser vorzugsweise in den warmen und heissen Zonen verkittend. Man sieht leicht ein, dass Wärme die Zersetzung der organischen Theile begünstiget, den Kohlensäure-Gehalt des Meerwassers an den Küsten vermehrt, vermittelst dessen es kohlensaure Kalkerde auflösen kann. Je wärmer das Meerwasser, desto stärker ist auch in der warmen Luft darüber die Verdunstung, und desto reichlicher ist der Kalkabsatz. Stellenweise können auch kohlensäurehaltige Quellen, die sich längs der Küste in's Meer ergiessen, einen beschränkten Einfluss auf solche Bildungen haben. Reste von Pflanzen, die sich, wie die Fucusarten, langsam zersetzen, begünstigen dieselben augenscheinlich, indem sie den Ansatz des Kalkes befördern, und sich schnell überkrusten.

Am Vorgebirge der guten Hoffnung erhebt sich westlich von Simon's Town eine aus Muscheln und Sand bestehende, durch Kalk verkittete Bank, von 100 Fuss Höhe, welche von den Südostwinden aufgeworfen wird, und viele cylindrische Höhlungen enthält, die von zerstörten Pflanzenresten herrühren. Am Strande liegende grosse Fucusarten, werden fortwährend in Sand eingewickelt und mit diesem verkittet.

Peron hat uns eine genaue Beschreibung einer sehr ausgedehnten jugendlichen Sandsteinbildung an den Küsten von Neuholland hinterlassen. Sie zeigt sich dort auf einem Raume von 25 Breitengraden, und auf einer gleichen Ausdehnung in die Länge, im Süden, Westen und Nordwesten von Neuholland, nicht blos an den Küsten, sondern auch im Innern der Inseln. Millionen von Conchylien werden von dem muschelreichen Meere auf das flache Ufer ausgeworfen, verlieren unter dem Einfluss der Sonnenhitze und des Meerwassers bald Farbe, Glanz und Festigkeit, und werden wie calcinirt. Diese kalkigen, vom Wellenschlag zerstäubten Ueberreste von Conchylien, werden unter den Sand gemengt, und mit diesem durch das Meerwasser zu einem kalkigen Sandstein zusammen

gekittet. Alles, was die Ebbe zurücklässt, Testaceen, Zoophyten, Tange, Strandkiesel u. s. w. werden von demselben eingeschlossen. Man findet darin Knochen von Säugethieren, selbst die Excremente des Känguru und der Beutelthiere, Blätter, Aeste, ganze Baumstämme, und auf der Decrès-Insel sogar beträchtliche Theile versteinerter Wälder. Der Wind weht den Sand und das Wasser an die nahen Bäume, und an diesen abgesetzt, erscheint die Masse erst als leichter Staub; nicht lange aber währt es, so erlangt sie Festigkeit, und schliesst den Stamm mit einer harten Rinde ein. Die Ernährung der Pflanze geräth in Stockung, und sie stirbt nach und nach ab, wie die umhüllende Masse zunimmt. Wenn der Ueberzug noch neu ist, so sieht man in der festen Rinde auch noch deutlich das Gefüge des Holzkörpers; wie aber dieser zunimmt, so desorganisirt sich das Holz, und verwandelt sich allmählig in einen schwärzlichen Staub. Dabei verschwindet die Holzsubstanz nach und nach gänzlich, es bleibt eine hohle Röhre zurück, und endlich wird auch diese mit Sandsteinmasse ausgefüllt. Der ganze Stamm erscheint am Ende als ein Steinkern.

Ein besonderes Interesse gewährt die Sand- und Rogensteinbildung an den Küsten von *Gran Canaria*, die von dem scharfsinnigsten Beobachter, H. Leop. v. Buch *), untersucht und beschrieben worden ist. „Sonderbar ist es", sagt v. Buch, „dass man bei Tomarazeyte, etwa 300 bis 400 Fuss über dem Meere, ein Conglomerat findet, welches mit weissem, kalkartigem Thon bedeckt ist, und grosse Muscheln enthält, wie sie noch jetzt am Meeresstrande vorkommen. Ein ganz ähnliches Conglomerat entsteht noch täglich am Meeresufer; zwischen der Stadt Arucas und der Isleta sieht man es auf dem Sande der Wellen aufliegen und Muscheln darin. Sind die Körner kleiner, so bildet es den *Filtrirsandstein*, den man bricht, zu Vasen formt, und über alle Inseln verführt; das Wasser setzt die Unreinigkeiten in den porösen Stein ab, und verhält sich in diesen Gefässen in immerwährender Kühle, vermittelst der Ausdünstung der, durch den Stein dringenden und in der Luft verschwindenden Tropfen."

*) L. v. Buch physikal. Beschreibung der Canarischen Inseln 1825. S. 258.

„Dieser *Filtrirsandstein* bildet sich täglich. Der heftige Nordost-Passatwind, der unausgesetzt den Sommer hindurch wehet, erhebt die leichten Brocken von zerbrochenen Muscheln und kleine, durch die Wellen abgerundete Körner von Trachyt und von Basalt, führt sie über die schmale Landenge von Guanarteme, welche die Isleta mit der grösseren Insel verbindet, und setzt sie auf der andern Seite als Dünen wieder ab, von 30 oder 40 Fuss Höhe, welche norddeutschen Dünen völlig ähnlich sind. Hinter den Dünen trifft der Wind das Ufer nicht mehr; die Wellen spielen unaufhörlich mit dem Sande, und das Wasser verbindet ihn nach und nach zur festen Masse, welche zur Ebbezeit weggebrochen wird.“

„Das Wasser dieser Wellen ist den grössten Theil des Jahres, bis über 20° R. erwärmt, *und mit dieser Temperatur scheint es durchaus, und überall eine besondere Fähigkeit zu erhalten*, *Kalktheile aufzulösen*, *schwebend zu erhalten*, *und sie als Sinter wieder abzusetzen*, dort nämlich, wo der heftige Wind die anfangende Bildung nicht immer wieder zerstört. Daher findet sich der Filtrirstein vorzüglich an dem Ufer von Confital, auf der Isleta, nicht aber an dem gar wenig entfernten Ufer von Catalina, welches dem Nordwestwinde ausgesetzt ist. Auch ist solcher Sinterstein auf der ganzen Ostseite der Isleta nicht selten, und enthält ausser den Seemuscheln auch häufig Helices, welche dieser Gegend so eigenthümlich sind.“

„Untersucht man diesen Filtrirstein etwas genauer, so könnte man ihn leicht für einen Rogenstein halten. Die meisten Körner nämlich sind rund, kalkartig und umgeben einen fühlbaren Kern, um so sichtbarer, da es gewöhnlich ein dunkler kleiner Brocken Basalt oder Trachyt ist. Oft aber erkennt man auch deutlich ein grösseres Stück einer Muschel, welches einen solchen Kern bildet. Grössere, nicht mit solcher Kalkrinde umgebene Trachyt- oder Basaltstückchen, mögen durch ihre Ecken die Filtrirlöcher bilden, und ohne sie würde man vielleicht das Ganze unbedenklich für Rogenstein ansehen.

„Wenigstens läugne ich nicht“, so schliesst v. Buch die lehrreiche Schilderung, „dass, seitdem ich die Bildung dieses Filtrirsteines sah, ich die Rogensteine der Juraformation, nie für etwas Anderes habe ansehen können, als für die Folge

von, in grosser Bewegung zerbrochenen Muscheln, in einem sehr erwärmten Gewässer, auch zweifle ich nicht, dass sich auf solche Art wohl noch jetzt, Rogensteinflötze auf Corallenbänken der Tropengegenden absetzen mögen."

Das bis 400 Fuss über dem Meeresspiegel liegende Conglomerat bei Tomarazeyte zeigt an, dass die Insel seit seiner Bildung bis zu dieser Höhe über den Meeresspiegel emporgehoben worden ist.

Zu diesen Bildungen gehören auch die *Sandsteinbildungen* an der Küste von Tranquebar in Indien, an den Küsten des Mittelländischen Meeres, wie am Meeresufer bei Messina, an den Küsten von Sicilien, Italien, von Griechenland und Kleinasien, an den Küsten fast aller westindischen Inseln, an der Küste Frankreichs, bei Marseille und in der Languedoc u. s. w.

Ueber die Sandsteinbildung längs der Küsten von Griechenland, hat Goodisson sehr genaue und interessante Beobachtungen in seiner Beschreibung der griechischen Inseln mitgetheilt. Sie ist besonders schön an der Küste von *Leucadia* zu beobachten. Vom nordöstlichen Winkel dieser Insel zieht sich, nach Goodisson, ein schmaler Streif Land, von etwa vier Meilen Länge, gegen die Küste von Acarnanien, und läuft dann in geringem Abstande neben derselben weit hin. Dieser ganze Isthmus ist neu, und besteht aus erhärtetem Grand und Sand, aus einem vollkommenen, durch Kalk gebundenen Sandstein oder Puddingstein. Das Cement ist so hart wie die verkitteten Theile, so dass beim Zerschlagen die Sandkörner entzweispringen. Das Gestein ist sehr hart, nimmt etwas Politur an, und wird zu Bau- und Hausteinen verwendet. Es scheint sich schnell zu bilden, denn im October 1818 fand ein Arbeiter, der Steine zum Bau eines neuen Dammes brach, ein Stück von einer Bombe, das drei Zoll mit Sandstein bedeckt war. Wahrscheinlich hat dieses Stück seit dem Gefecht von 1810 hier gelegen. Eine Bank, die einige Tage über dem Wasser einer starken Sonnenhitze ausgesetzt war, fand sich an der Oberfläche erhärtet; eine weisse Masse schien die Körner zu verbinden, welche sich auf der Zunge auflöste und wie Salz schmeckte. Die bindende Masse scheint hier vorzüglich Kochsalz, und die Bildung auf ihrer ersten Stufe zu sein. In allen Poren des Gesteins findet man Kochsalz. Die Schichten sind stets horizontal.

An mehreren Punkten der Küste des Mittelländischen Meeres bilden sich ganz dichte Kalksteine. STOKES hat eine Abänderung beschrieben, welche die gewöhnliche rothe Coralle einschloss, und sie mit dem dichten Bergkalk (Mountain limestone) und dem dichten jüngeren englischen Lias-Kalk verglichen. RISSO *) theilte die Beschreibung eines ganz jungen dichten Kalksteines mit, den er *Calcaire mediteranéen* nennt, und welcher in den Umgebungen von Nizza vorkommt. Er enthält eine Menge Conchylien, Radiarien, Zoophyten und Crustaceen, deren Arten noch sämmtlich im Mittelländischen Meere leben. Einige dieser Conchylien haben ihre Farbe vollkommen erhalten, was dafür spricht, dass sie da, wo sie lebten, in den kalkigen Teig eingewickelt wurden. Der Kalk ist sehr hart, politurfähig, und füllt die Spalten des Jura-Dolomits aus, auf welchem das Schloss Nizza steht.

Zu diesen jugendlichen Meereskalk-Bildungen gehören auch die *Muschel-Conglomerate*, die sich an vielen Gestaden, wie z. B. am Gestade der Bahama-Inseln, in der Gegend von Venedig u. s. w. fortwährend durch das Zusammensintern der ausgeworfenen Conchylien des Meeres bilden.

An den Küsten des warmen Meeres der Antillen, an denen von Ascension, sodann im König Georgs-Sund in Australien, werden durch die Absätze des Meeres Kalksteine gebildet, welche mitunter eine ungewöhnliche Härte besitzen. **) An den Küsten der Bermuda-Inseln, deren Meer von Muscheln und Corallen erfüllt ist, werden in eine ähnliche Bildung zahlreiche Exemplare dieser Meer-Thiere eingeschlossen, und unter diesen namentlich auch der von dorther bekannte schöne grosse gefleckte Trochus imperialis, wohl erhalten und mit allen Farben.

Ein besonderes Interesse bietet die gegenwärtige Meereskalkbildung der Küste von Guadaloupe dar, welche *Gerippe* von *Menschen* einschliesst, die jedoch mehr oder weniger verstümmelt sind. Das Gestein, worin sie liegen, findet sich nahe beim Moule-Hafen, an der flachen nordwestlichen Küste der

*) RISSO hist. nat. des princip. prod. de l'Europe meridionale et partic. de celles des env de Nice 1826.

**) A. v. HUMBOLDT, Kosmos 1845. S. 260. DARWIN Volcanic Islands 1844.

sogenannten *Grande terre*, und ist zur Fluthzeit grösstentheils vom Meer bedeckt. Hier kann man die tägliche Fortbildung der jugendlichen Ablagerung beobachten, welche aus den von den Wellen an den Strand geworfenen Trümmern von Conchylien und Corallen zusammengesetzt, und an solchen Stellen, welche zur Ebbezeit trocken liegen, am schnellsten durch kohlensauren Kalk verkittet werden. Die gleiche Bildung geht an den Küsten des ganzen Archipels der Antillen vor sich, und wird in den französischen Colonien von den Negern mit dem Ausdruck *Gottesmauerwerk* (Maçonne-bon-Dieu) bezeichnet. Die flache Küste von S. Domingo ist dadurch meerwärts erweitert worden. Man findet hier zuweilen in Tiefen von zwanzig Fuss Trümmer von Gefässen und anderen Arbeiten von Menschenhand darin.

Die Menschen-Gerippe wurden auf Guadaloupe 1805 von einem Offizier der Colonie, Cortes y Campomanès entdeckt. Bis jetzt kamen zwei davon nach Europa. Das erste erhielt das Brittische Museum zu London. Es wurde 1814 von Mr. König, dem Conservator des mineralogischen Theils der Sammlung, in den Philosophical Transactions beschrieben. Bei diesem weiblichen Skelett fehlt der Schädel; die Wirbelsäule, einige Rippen, die Knochen des linken Arms und der Hand, das Becken und die Knochen des Oberschenkels und des Unterschenkels sind vorhanden, wie es nebenstehende Skizze des Lond'ner Exemplars zeigt.



Das Gestein besteht aus Bruchstücken von Corallen und kleinen Kalksteinfragmenten, die durch kohlensauren Kalk fest verkittet sind. Man erkennt darin Bruchstücke von Millepora mineacea, von einigen Madreporen und von Conchylien, die für Helix acuta und Turbo pica erkannt wurden.

Das zweite Skelett kam in die Sammlung des Jardin des

Plantes zu Paris. *) Es ist ein Körper mit gebogenen Knien, von welchem fast die ganze Hälfte des Rumpfs und Beckens, ein grosser Theil der oberen und unteren Extremitäten der rechten Seite, die rechte Hälfte des Unterkiefers und ein kleines Stück des Oberkiefers in dem Stücke eingeschlossen sind, dessen Gestein aus einer durch Kalk verkitteten Breccie besteht, die aus Sand, Bruchstücken von Muscheln und Corallen des benachbarten Meeres und Stücken von Kalkstein zusammengesetzt ist. Sie schliesst ausser den Menschenknochen, besonders eine der Insel eigenthümliche Landschnecke, Bulimus guadaloupensis, ein, ferner Helix acuta und einige Meerconchylien, Turbo, Pecten, sodann Zähne von Caimans, Scherben von Töpfergeschirr, Waffen aus Basalt- und Porphyrmasse, und sogar Schnitzwerk aus Guajakholz.

Das Museum von Süd-Carolina hat 1816 einen Block desselben Gesteins erhalten, welcher ebenfalls Theile eines Menschenskeletts einschliesst, und zwar nach J. Moultries genauer Untersuchung, grösstentheils diejenigen, welche an dem Skelette mangeln, das zu London aufbewahrt ist, namentlich die Schädelknochen, so dass die Menschenreste dieses Stückes zweifelsohne dem nämlichen Individuum angehören, das in den Block eingeschlossen ist, welcher sich im Brittischen Museum befindet. Nach den sorgfältigen Bestimmungen des genannten amerikanischen Naturforschers, gehören diese Menschenreste dem Stamm der Peruaner an. Sie rühren wohl von Menschen her, die auf dem nahen Meer, oder an der Küste durch Schiffbruch verunglückt sind.

In neuerer Zeit erhielt das naturhistorische Museum der philosophischen Gesellschaft zu Philadelphia durch Kapitän *Elliot* ein Stück eines jugendlichen Kalksteins, dem von Guadaloupe sehr ähnlich, aber weniger fest als dieser, der zu Santas in Brasilien vorkommt, und Ueberreste von menschlichen Skeletten einschliesst **). Das mitgebrachte Stück enthält einen menschlichen Schädel, Zähne und andere Knochen nebst Bruchstücken von Muscheln, von deren einige noch theilweise ihre Farbe haben. An derselben Stelle sollen schon im Jahr 1827 die Ueberreste von einigen hundert anderen

*) Cuvier Discours sur les révolutions de la surface du globe 1828.
**) Lyell Travels in North-America 1845.

menschlichen Skeletten ausgegraben worden sein (American Philosophical Transactions, 1828. p. 285). Das Erdreich, welches diesen jugendlichen Kalkstein bedeckt, trägt eine Menge grosser Bäume am Abhang herab gegen den Santasfluss. Die Sepulæ, welche in dem Gestein liegen, zeigen an, dass es eine Meeresbildung ist. Wahrscheinlich war an dieser Stelle einst eine Anhäufung von Indianer-Leichen geschehen, vielleicht ein Begräbnissplatz. Eine spätere Senkung des Bodens muss das Meer damit in Berührung gebracht haben, wobei die Bildung des die Menschen-Gerippe einschliessenden Gesteins erfolgt ist.

An den Küsten der *nördlichen* Meere beobachtet man diese jugendlichen Bildungen selten. Die Gründe davon folgen aus Dem, was oben als Ursache ihres häufigen und in grossem Maasstabe vor sich gehenden Entstehens an den Küsten *südlicher* Meere angegeben worden ist. An den Küsten der Nord- und Ostsee begünstigen Muschelanhäufungen am Strande die Bildung streckenweise. Diese sind, wie wir schon gesehen haben S. 444 eine Quelle der beiden Substanzen, welche dabei die Hauptrolle spielen, der Kohlensäure und des einfach kohlensauren Kalkes. Dabei ist jedoch eine anderweitige Kohlensäurequelle, Pflanzen- und Thierkörper, die am Strande oder in dessen Nähe sich unter dem Wasserspiegel zersetzen, nicht zu übersehen.

Forchhammer *) beobachtete bei Friedrichshavn eine aus Sand, Bruchstücken von Feuersteinen, Granitgeröllen und Meermuscheln zusammengesetzte Strand-Breccie. Aehnliche aus Kreidestücken und scharfkantigen Feuersteinen zusammengesetzte Bildungen sahe er an der Kreideküste von Möen. Woher der Kalk für diese stammt, ist klar. Wo ungeachtet eines Kalkgehaltes des Strandsandes, durch Gehäuse von Polythalamien, durch Rollsteine u. s. w., keine Verkittung und Bildung von Sandsteinen und Conglomeraten stattfindet; da liegt der Grund wohl in einem sehr kleinen Kohlensäuregehalt des Meerwassers. Dieser kann an anderen Stellen schon dadurch grösser sein, dass der Seeboden von Pflanzen bedeckt ist. Grosse Strecken sandigen Meeresgrundes sind manchmal mit einer kräftigen Vegetation von *Zostera marina* und *nana*

*) Geognost. Stud. a. Meeresufer, im Jahrb. für Min. 1841.

überkleidet, welche an das darüber stehende Meerwasser ununterbrochen Kohlensäure abgibt. Ist der Meeresboden schlammig, so empfängt das Wasser von ihm ebenfalls Kohlensäure. Dass unter solchen Umständen das Meerwasser in der Tiefe reicher an Kohlensäure sein wird, als an der Oberfläche, ist klar. Wird das Meer durch Stürme heftig bewegt, wobei die Wellenbewegung nach den Beobachtungen von Siau **) bis auf eine Tiefe von 626 Bad. Fuss (188 Meter) niedergeht, und nebenbei auch eine schwingende horizontale Bewegung des Wassers stattfindet ***), bei welcher während heftiger Stürme unterhalb der Wellen von gewöhnlicher Dimension, Wellen von 300 bis 600 Fuss Breite sich bewegen, welche den Wasserstand an der Küste abwechselnd steigen und fallen machen, und zwar innerhalb 1 bis 3 Minuten Veränderungen des Wasserstandes von 1.5 bis 3 Fuss bewirken ****): so kommen auch die kohlensäure-reicheren Wasser der Tiefe mit Kalktheilen des Ufers in Berührung, die unter solchen, allerdings nicht gewöhnlichen Umständen aufgelöst werden, und deren Absätze am Strande verkittend wirken, Sandstein- und Conglomeratbildungen veranlassen können.

Die Kenntniss des Ganges der *Versteinerung*, den die organischen Reste erleiden, welche in diese jugendlichen Bildungen eingeschlossen werden, erklärt uns, wie die in alte Erdschichten eingeschlossenen Reste organischer Körper in den Zustand gekommen sind, in welchem wir sie im Allgemeinen antreffen.

Von den Conchylien erleiden die zweischaligen die schnellsten Veränderungen, deren weniger dichte Schalen bald von der Versteinerung ergriffen werden, namentlich wenn sie, wie bei den Austern, mehr oder weniger blättrig und aufgelockert sind. Die einschaligen widerstehen länger. Dabei kommt es aber auch darauf an, ob die Conchylien im frischen Zustand, oder erst nachdem sie schon längere Zeit der Einwirkung der

*) Ann. de Chim. et de Phys. S. III. t. II., und daraus in Pogg. Ann. 1842. Nr. 12. S. 598.

**) E. H. u. W. Weber. Die Wellenlehre 1825.

***) Aimé, récherches experimentales sur le mouvement des Ondes in Ann. de Chim. et de Phys. S. III. t. V., und daraus in Pogg. Ann. 1842. S. 584.

Luft und des Meerwassers am Strande ausgesetzt waren, eingeschlossen worden sind.

Marcel de Serres und Figuier haben sich die Aufgabe gestellt, durch genaue vergleichende chemische Analysen lebender Conchylien und der mit diesen identischen Arten, die man in den gegenwärtigen Sandstein- und Conglomeratbildungen am Mittelmeer eingeschlossen findet, so wie der diesen möglichst nahe stehenden Arten oder Geschlechter des obersten Tertiärgebirges, den Vorgang der Versteinerung in seinen Abstufungen darzulegen *). Die Resultate ihrer Untersuchungen sind in nachstehenden Täfelchen aufgeführt.

Austern.

Lebende Auster des Mittelmeeres. Ostrea esculenta.

Thierische Substanz	3.9
Kohlensaure Kalkerde	93.9
Kohlensaure Bittererde	0.3
Eisenoxyd	Spuren
Schwefelsaure Kalkerde	1.4
Phosphorsaure Kalkerde	0.5
	100.0

Dieselbe Auster in den jugendlichen Conglomeraten der Küsten des Mittelmeers.

Thierische Substanz	1.0
Kohlensaure Kalkerde	96.8
Kohlensaure Magnesia	0.1
Schwefelsaure Kalkerde	0.7
Eisenoxyd	1.4
	100.0

Ostrea, der esculenta ganz nahe stehend, aus dem obersten Tertiärgebirge (pliocène.)

Thierische Substanz	0.8
Kohlensaure Kalkerde	96.5
Kohlensaure Bittererde	1.4
Schwefelsaure Kalkerde	0.5
Eisenoxyd	0.8
	100.0

*) Comptes rendus des seances de l'Academie des sciences 1846. Nr 25.

Pecten.

Pecten glaber, lebend.

Thierische Substanz	3.0
Kohlensaure Kalkerde	96.0
Kohlensaure Bittererde } Eisenoxyd } . . .	Spuren
Phosphorsaure Kalkerde	0.3
Schwefelsaure Kalkerde	0.7
	100.0

Pecten glaber in der jugendlichen Bildung am Mittelmeer.

Thierische Substanz	0.9
Kohlensaure Kalkerde	97.3
Kohlensaure Bittererde	0.8
Schwefelsaure Kalkerde	0.5
Eisenoxyd	0.5
	100.0

Pecten aus dem obersten Tertiärgebirge.

Thierische Substanz	0.7
Kohlensaure Kalkerde	96.7
Kohlensaure Bittererde	0.4
Schwefelsaure Kalkerde	0.8
Eisenoxyd	1.4
	100.0

Venus.

Lebende Venus.

Thierische Substanz	3.0
Kohlensaure Kalkerde	96.6
Kohlensaure Bittererde } Eisenoxyd } . . .	Spuren
Schwefelsaure Kalkerde	0.3
Phosphorsaure Kalkerde	0.1
	100.0

Venus similis Brocchi, des obersten Tertiärgebirges.

Thierische Substanz	1.0
Kohlensaure Kalkerde	97.9
Kohlensaure Bittererde	Spuren
Schwefelsaure Kalkerde	0.6
Eisenoxyd	0.5
	100.0

Pectunculus.

Pectunculus marmoratus, lebend.

Thierische Substanz	2.4
Kohlensaure Kalkerde	97.2
Kohlensaure Bittererde	Spuren
Schwefelsaure Kalkerde	0.4
	100.0

Derselbe in die Mittelmeer-Breccie eingeschlossen.

Thierische Substanz	0.7
Kohlensaure Kalkerde	99.0
Kohlensaure Bittererde, Eisenoxyd	Spuren
Schwefelsaure Kalkerde	0.3
	100.0

Pectunculus pulvinatus der obersten Tertiärbildung.

Thierische Substanz	0.8
Kohlensaure Kalkerde	98.4
Kohlensaure Bittererde	Spuren
Eisenoxyd	0.4
	100.0

Cardium.

Cardium tuberculatum, lebend.

Thierische Substanz	2.0
Kohlensaure Kalkerde	97.0
Kohlensaure Bittererde, Eisenoxyd	Spuren
Schwefelsaure Kalkerde	0.2
	100.0

Dasselbe in die Mittelmeer-Breccie eingeschlossen.

Thierische Substanz	0.8
Kohlensaure Kalkerde	98.7
Kohlensaure Bittererde, Eisenoxyd	Spuren
Schwefelsaure Kalkerde	0.5
	100.0

Cardium aus dem obersten Tertiärgebirge.

Thierische Substanz	0.5
Kohlensaure Kalkerde	98.8
Kohlensaure Bittererde	0.1
Eisenoxyd	0.3
Schwefelsaure Kalkerde	0.3
	100.0

Nach diesen Analysen unterscheiden sich die versteinerten Conchylien von den lebenden vorzüglich durch geringeren Gehalt an *thierischer Substanz,* an deren Stelle kohlensaurer Kalk getreten ist, welcher die fossilen Muscheln in grösserem Verhältniss enthalten, als die lebenden, und ein weiterer Unterschied liegt in dem verminderten oder verschwundenen Gehalt an *phosphorsaurer Kalkerde.* Der Gehalt an dieser Verbindung, welche neben kohlensaurem Kalk, in jedem Meerwasser nach dem Filtriren desselben nachgewiesen werden kann, ist ein Beweis der Löslichkeit der phosphorsauren Kalkerde in kochsalzhaltigem Wasser. Wenn nach dem Tode des Thieres seine Schale der Einwirkung des Meerwassers ausgesetzt ist, so kann dieses den phosphorsauren Kalk aus derselben in dem Verhältnisse ausziehen, in welchem sich die schützende thierische Substanz zersetzt. Da diese Zersetzung mit einer Ammoniak-Bildung verbunden ist, durch welche Salmiak entsteht, indem das Chlormagnesium des Seewassers zersetzt wird; so ist der Verlust der Schale an thierischer Substanz gleichzeitig nicht nur die Ursache der allmähligen Auflösung des phosphorsauren Kalkes durch das Meerwasser, sondern auch einer schnelleren und viel leichteren Auflösung desselben, vermittelst des entstandenen, die Schale unmittelbar berührenden Salmiaks.

Nach den neuesten Untersuchungen von FORCHHAMMER *) ist das Meerwasser am Strande reicher an Kalkerde und ärmer an Bittererde, wenn der Meeresgrund Thonmergel ist, und gleichzeitig kieselsaure Thonerde und kohlensaure Kalkerde enthält. Ein Theil von dem kohlensauren Kalk wird gegen Bittererde aus der schwefelsauren Bittererde des Wassers ausgewechselt, indem sich ein Doppelsilicat von Thonerde und Bittererde bildet. Wo der Meeresgrund von Muscheln, von lockerem kohlensaurem Kalk oder Kreide, oder auch von Quarzsand gebildet wird, da bleibt der Bittererdegehalt des Wassers unverändert. Dieses Verhalten trägt dazu bei, in dem Seewasser den kohlensauren Kalk wieder zu ersetzen, welcher von den Schalthieren daraus weggenommen wird, und erklärt auch die

*) Ofversigt of K. Vet. Acad. Förk. II. 202, und daraus in BERZELIUS Jahresbericht XXVI. Jahrg. Heft 1. S. 391 ff.

stark verkittende Eigenschaft des Meerwassers mancher Küsten. Aus den Schalen der Weichthiere nimmt das Seewasser den kohlensauren Kalk wiederum auf, wenn sie zerfallen und mit dem Thon des Grundes vermischt worden sind.

Erhalten sich die Schalen, so tritt an die Stelle der organischen Substanz nach und nach kohlensaure Kalkerde; die Versteinerung geht immer weiter, Farben, Glanz, Hervorragungen verschwinden, und endlich ist die Schale in eine dichte, oftmals in eine krystallinische Kalkmasse umgewandelt. Je lockerer die Schale, je deutlicher aus übereinander liegenden Blättern zusammengesetzt, wie bei vielen zweischaligen Conchylien, und namentlich bei den Austern, desto schneller unterliegen sie der Versteinerung. Die festeren einschaligen Conchylien widerstehen länger. Die Schwärzung, welche die Conchylien oft erleiden, wenn sie im Meeresschlamm liegen, erfolgt durch die Einwirkung seines Schwefel-Ammonium-Gehaltes auf den Eisengehalt der Schalen.

Die Knochen erhalten sich unter der Bedeckung des Seewassers sehr lange, ziemlich unverändert; sie werden nach und nach etwas fester und schwerer.

Ablagerungen von Quellen, Flüssen, See'n.

See'n, Flüsse, Quellen setzen noch fortwährend Massen von kohlensaurem Kalke, Thon und Mergel ab. Wasser, welche viel Kohlensäure enthalten, lösen eine beträchtliche Menge Kalk-Carbonat auf, wenn sie mit Kalksteinen, kalkigen Sandmassen oder Mergeln in Berührung kommen, und behalten den Kalk als Bicarbonat so lange im gelösten Zustande, bis sie auf irgend eine Weise, z. B. durch Verdunstung an der Luft über Tage, oder in Klüften und Höhlen, durch einen starken Fall, durch Erwärmung, die Kohlensäure ganz oder theilweise verlieren. Dabei fällt das Kalk-Carbonat nieder, und bildet nun *Tropfsteine, Incrustationen* oder *Kalktuff*, *Travertin.* Der *Kalktuff (Calcaire concrétionné; recent freshwater limestone)* gehört zum Theil dieser, zum Theil älteren Bildungen an. Aeltere und jüngere Kalktuffmassen sind aber häufig auf eine so innige Weise mit einander verbunden, dass keine scharfe geognostische Grenze gezogen werden kann, ungeachtet es in vielen Fällen vollkommen klar ist, dass die einen dieser Massen *vor* der Existenz des Menschengeschlech-

tes, die anderen erst seit seinem Erscheinen gebildet worden sind, und sich noch *vor unseren Augen fortbilden.* Solches ist gerade der Fall beim Kalktuff der römischen Ebene, den die Italiener *Travertino* nennen. Aus ihm bestehen die prachtvollen Façaden der römischen Kirchen und Palläste, und ist das Wunder der Welt, die *Peterskirche*, erbaut. Ungern würde der Künstler den Namen *Travertino* einem anderen als diesem Gesteine geben, und es würde ihm Mühe kosten, die Massen, welche den Lago di Tarta einschliessen, für dasselbe Gestein zu halten, das er an den Prachtgebäuden Roms zu sehen gewohnt ist. Und doch liegt der ganze Unterschied des Travertino der Künstler, von dem Gestein des Lago di Tarta und der Felsen von Tivoli nur darin, dass jener sich im ruhigen Gewässer in der Ebene gebildet, dieses sich aus dem schnell strömenden Wasser des Anieno oder der unruhigen Quelle des See's abgesetzt hat. Einen überzeugenden Beweis von der Fortbildung des Travertino sehen wir, ausser dem genannten See und der Solfatara von Tivoli, in den grossen Wasserleitungen, die ehedem und jetzt noch jeden Winkel der ungeheuren Stadt mit Wasser versorgen. Alle sind innwendig von Kalkabsätzen überzogen, die sich vom wahren Travertino nur durch die Art ihrer Entstehung unterscheiden. Sie werden von den Künstlern Roms jetzt noch häufig unter dem Namen des Alabasters verarbeitet.

Der ältere römische Kalktuff übertrifft an Härte den körnigen Marmor. „Pabst Benedict XIV., sagt H. v. Buch *), sah sich genöthiget, die Stufen der von Sixtus V. aus carrarischem Marmor erbauten *Scala Santa* mit hölzernen Dielen zu bedecken, um von ihr den Ueberrest noch zu retten, von dem, was die im heiligen Eifer auf den Knieen sich hinauf betende Menge abgerutscht hatte. Im Gegentheil sieht man an den Stufen der grossen, aus Travertino erbauten Treppen an der *Piazza di Spagna* wenig Spuren von den vielen, seit hundert Jahren täglich auf- und absteigenden Menschen, und wenig an denen noch mehr betretenen Stufen vor den Kirchthüren."

*) Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien. 2ter Band. 1809. S. 26.

Der jüngere Kalktuff ist weicher und lockerer, und hat nicht selten das Ansehen von locker auf einander gehäuften Pflanzen. Man glaubt, nach H. v. Buch **), kleine Felsen am Ufer des See's der Solfatara von Tivoli und des Lago di Tarta, mit der Hand forttragen zu können. Der Travertin, welcher sich aus Wassern absetzt, die neben dem Bicarbonat des Kalkes noch eine beträchtliche Menge Schwefelwasserstoff enthalten, zeigt gewöhnlich eine lichte, graulich- oder gelblichweisse Farbe; derjenige dagegen, welcher aus Wassern abgesetzt wird, die neben der Kohlensäure keinen andern gasigen Körper enthalten, besitzt in der Regel eine dunklere, gelbe oder gelblichbraune Farbe.

Der Grund hiervon ist klar. Die letzteren Wasser halten nämlich durchgehends nicht nur Kalk aufgelöst, sondern immer auch mehr und weniger Eisen- und Manganoxydul, die, beim Entweichen der Kohlensäure, mit dem Kalk-Carbonat als Oxydhydrate niederfallen, und dieses gelb oder braun färben. Die Schwefelwasser haben neben dem Schwefelwasserstoff und dem kohlensauren Kalke einen ganz unbedeutenden Gehalt an kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul, sind davon oft gänzlich frei, und so kann der sich aus ihnen absetzende Tuff entweder nur schwach gefärbt sein, oder farblos, vollkommen weiss erscheinen.

Vorzüglich charakteristisch sind für den Travertin die Höhlungen und Blasen, von denen er nie leer ist, und die meistens eine cylindrische Gestalt haben. Man findet in ihm auch häufig vegetabilische Ueberreste, oft Land- und Süsswasser-Muscheln, und zuweilen selbst Menschenknochen. Ein besonderes Interesse gewährt in letzterer Beziehung der Travertin von *Martres-de-Veyre*, in der Auvergne, den uns H. Peghoux *) genauer beschrieben hat. Er liegt im Allier-Thale auf einer Diluvial-Schicht, die aus zusammengekitteten Geschieben von Quarz, Granit und Basalt besteht, und hat eine Mächtigkeit von 10 Fuss. Die eingeschlossenen Menschenknochen sind schmutzig gelblichweiss, kleben stark an der Zunge, enthalten weniger thierische Substanz und mehr koh-

**) Ebendaselbst S. 30.

*) Jahrb. der Min., Geogn. u. Petrefaktenkunde, von Leonhard und Bronn 1830. S. 361.

lensauren Kalk, als frische Knochen. Der Travertin ist ein homogener, graulichweisser Kalkstein mit einzelnen Quarzkörnern und vielen kleinen, gebogen-röhrenförmigen Höhlungen, die von fadenförmigen Wurzeln herrühren. Er enthält eine *Helix-* und eine *Pupa*-Art, welche beide noch in Menge an jener Stelle leben. Seine Masse zeigt Andeutungen von horizontaler Schichtung, und bildet das 600 Meter lange, wenig nach Ost geneigte Plateau *Saint-Martial*, das auf drei Seiten vom *Allier* umflossen ist. Man sieht auf das Bestimmteste, dass dieser Travertin das Product zweier Quellen ist, wovon eine nahe am Fundorte der Knochen, die andere an der höchsten Stelle des Plateau's hervorkommt, und durch abgesetzte Theile allmählig verstopft worden zu sein scheint. Die Commission, deren Berichterstatter H. Peghoux ist, glaubt, in Folge ihrer Untersuchungen über die Veränderung des Bettes des *Allier*, dass man die Epoche, in welcher die Knochen von Kalkmasse eingeschlossen worden sind, nicht wohl über 2000 Jahre zurück datiren darf.

Tropfsteine und *Incrustationen* finden sich beinahe in allen Spalten und Höhlen des Kalkgebirges; incrustirende tuffbildende Quellen sind eine längst und hinlänglich bekannte Erscheinung. Die *Erbsensteinbildung* zu Carlsbad, Vichy, im Thal Gave-de-Pau u. s. w., bei welcher die leichten Sandkörner von der Quelle in die Höhe getrieben, und von niederfallenden Kalktheilen umgeben werden, ist das Analogon der Bildung der *Confetti di Tivoli.*

Durch einen Reichthum eingeschlossener organischer Reste zeichnet sich in hohem Grade die Kalktuffbildung bei dem Dorfe *Ahlersbach* aus, unfern *Schlüchtern* in der Kurhessischen Provinz Hanau. *) Sie liegt am Fusse des *Buchberges*, an dessen Gehänge drei terassenförmige Vorsprünge von Muschelkalk die Tuffbildung tragen. Auf der oberen Terasse dringen mehrere Quellen von verschiedener Stärke hervor. Die grösste derselben, der sogenannte *Tauchbrunnen*, so genannt, weil er *Tauchstein*, d. i. Tuff absetzt, ist zum Theil gefasst, und in das Dorf geleitet, allwo sie an ihrem Ausfluss eine Menge

*) Dr. Speyer, der Kalktuff von Ahlersbach, seine Bildung und organischen Einschlüsse, im neuen Jahrb. für Min., Geogn. u. Petrefaktenkunde v. Leonhard u. Bronn 1844. S. 28 ff.

Kalk absetzt. Andere Theile dieser Quelle gehen durch trichterförmige Vertiefungen in die tieferen Schichten nieder, und kommen an der Sohle der untersten Terasse an den Tag.

Das Kalktufflager hat eine Länge von 190 Fuss, eine Breite von 90 bis 100 Fuss, und eine Mächtigkeit von 40 Fuss. Es bildet eine zusammenhängende von Höhlungen durchbrochene Masse, an welcher sich drei verschiedene Lagen unterscheiden lassen. Unter einer 6 Zoll starken Lage Dammerde liegt auf der oberen Terasse eine 3 bis 4 Fuss starke Tuffbank, welche vorzugsweise Pflanzenreste, und nur wenige Conchylienreste einschliesst, eine schmutzige hellgelbe Farbe besitzt, theils fest ist, theils ein lockeres aus kleinen Kalkkörnern zusammengesetztes Agglomerat darstellt, und in allen Richtungen von kleinen Canälen durchzogen ist.

Darauf folgt die mittlere Schicht mit einer Mächtigkeit von 4 Fuss. Sie besteht aus einer ganz lockeren, porösen Masse, in welcher wenige organische Reste vorkommen. Beide Lagen schliessen auf Klüften und in Höhlungen öfters Kalksinterbildungen ein, die sich auf einen Holzstengel, auf ein Aestchen u. s. w. abgesetzt haben.

Die dritte Lage liegt auf der unteren Terasse, und ist die jüngste, da die Tuffbildung von oben herab vor sich gegangen ist. Sie hat über Tage eine Mächtigkeit von 10 Fuss, senkt sich aber noch einmal so mächtig unter die Thalsohle. Man unterscheidet bei ihr zwei Tuffarten: eine obere erhärtete dichtere und eine untere lockere feinerdige. Jene, von schneeweisser Farbe, ist aus sehr zarten Kalktheilchen zusammengesetzt, wovon die gröberen sich als ein zelliges, kleinlöcheriges Aggregat um Pflanzentheile und Mollusken-Schalen gelagert, und beim Eintrocknen eine ziemliche Festigkeit erhalten haben. Die tiefer liegende, jüngere Schicht hat im feuchten Zustand die Beschaffenheit eines schneeweissen, weichen, pulverigen Niederschlags, worin zahlreiche Conchylien liegen. An der Luft trocknet der schlammige Absatz aus, und verwandelt sich in ein feinerdiges, weisses Pulver. Die Fayence-Fabrik bei *Schlierbach* unfern *Wächtersbach* verwendet dieses feine Kalkpulver als Zuschlag, indem sie durch Schlämmen die eingemengten Conchylien abscheidet. Dabei hat man eine vortreffliche Gelegenheit, dieselben zu sammeln.

Die organischen Reste des *Ahlersbacher* Kalktuffs, sowohl Pflanzenreste als Conchylien, gehören sämmtlich den *jetztlebenden* an, und werden auch in der dortigen Gegend *noch lebend* angetroffen. S. 329.

Die Pflanzenreste sind: Stengel und Röhren von *Charen*, Blätter, Aestchen, Zweige, Rinden von *Laubhölzern*, die *Fagus sylvatica*, *Betula alba*, *Acer*, *pseudoplatanus*, *Salix fragilis*, *Juniperus communis*, *Vaccinium vitis Ideea und V. myrtillus* angehören. Zahlreicher sind dagegen die Conchylienreste, beinahe lauter Landconchylien. Bis jetzt wurden gefunden:

Helix alba *Braun (nova species)*	Helix lapicida *Lin.*
„ aculeata *Müller*	„ obvoluta *Müll.*
„ rupestris *Drap.*	Vitrina elongata *Drap.*
„ fulva *Müll.*	Bulimus montanus *Drap.*
„ fruticum *Müll.*	„ obscurus *Drap.*
„ arbustorum *Lin.*	Achatina lubrica *Menke*
„ nemoralis *Lin.*	„ acicula *Lamk.*
„ pomatia *Lin.*	Pupa muscorum *Nils.*
„ hortensis *Müll.*	„ pygmæa *Drap.*
„ personata *Lamk.*	„ doliolum *Drap.*
„ strigella *Drap.*	Pupula lævigata *Hartm.*
„ incarnata *Müll.*	Clausilia bidens *Drap.*
„ carthusianella *Drap.*	„ ventricosa *Drap.*
„ hispida *Lin.*	„ gracilis *Pfeiffer*
„ sericea *Müll.*	„ parvula *Stud.*
„ circinnata *Stud.*	Succinea oblonga *Drap.*
„ ruderata *Stud.*	Carychium minimum *Müll.*
„ nitida *Müll.*	Vertigo edentula *Drap.*
„ nitidosa *Fér.*	„ pusilla *Müll.*
„ nitens *Mich.*	„ Venetzii *Charpent.*
„ pygmæa *Drap.*	„ palustris *Turt.*
„ crystallina *Müll.*	„ striolata *Al Braun.*
„ costata *Müll.*	Limneus minutus *Drap.*
„ pulchella *Müll.*	

Die Pflanzenreste sind ganz von Kalk durchdrungen, so dass die Pflanzenstructur nicht mehr zu erkennen ist; die äussere Gestalt ist aber geblieben.

Die Conchylien-Schalen sind vollkommen erhalten, und besitzen bisweilen noch Färbung und Zeichnung. Sie gehören

zu den schönsten, die man in ähnlichen Bildungen bisher gefunden hat.

Im Thal von *Stuttgart* liegt zu *Kaltenthal* eine ebenfalls durch viele darin liegende organische Reste ausgezeichnete Tuffbildung. Sie hat eine Mächtigkeit von 8 bis 12 Fuss, und besteht aus abwechselnden Lagen von festerem, härterem, von zerreiblichem, weicherem Tuff und von Kalkmergel. Die Unterlage ist Keupermergel. Der Tuff erscheint im Orte selbst, und ist in den nahen Brüchen aufgeschlossen. Im festeren Tuff liegen: Kopfknochen und Zähne vom Dachs, Meles vulgaris, Abdrücke von Blättern und Früchten, von Fagus sylvatica und Schnecken, Helix arbustorum *Lin.* H. hispida *Müll.* H. obvoluta *Müll.*

In den weicheren Lagen sind eingeschlossen:

Helix lucida *Drap.*	Helix nemoralis *Lin.*
„ nitens „	„ lapicida „
„ hispida *Müll.*	„ arbustorum *Lin.*
„ rotundata „	„ hortensis „
„ crystallina *Müll.*	Bulimus montanus *Drap.*
„ obvoluta *Müll.*	„ lubricus *Brugn.*
„ fruticum „	Clausilia ventricosa *Drap.*
„ incarnata „	„ intermedia *Al. Braun*
„ montana *Studer*	„ plicatula *Drap.*
„ personata *Lamk.*	

Alle Individuen, deren Reste hier aufgezählt sind, leben heute noch in der Gegend von Stuttgart und allerwärts in Deutschland.

Eine andere beachtenswerthe, aus Thon, Mergel und Torf zusammengesetzte Alluvialbildung liegt nahe bei *Stuttgart*, am *unteren Rosenstein.* Sie ist am Rande des Stuttgart-Kannstadter Beckens abgesetzt worden, und ruht unmittelbar auf der älteren der Diluvialperiode angehörigen Tuffmasse. Zunächst auf dieser liegt eine 0,5 Fuss mächtige Schicht von sandigem, durch Kohlentheile geschwärztem *Mergel*, worin Hirschreste, Knochen und Geweihstücke liegen, so wie die Wasserschnecken Limneus pereger und Planorbis marginatus.

Darauf folgt ein sandiger aschgrauer *Mergel* von 2,5 Fuss Mächtigkeit, worin Zähne vom Schwein und von Wiederkauern nebst vielen Schnecken liegen, als: Helix fruticum, H. hispida, H. pulchella, Succinea amphibia, Bulimus lubricus,

Pupa muscorum, Pisidium fontinale, Planorbis marginatus, P. carinatus, P. spirorbis, P. contortus, Limneus pereger, L. minutus, Paludina impura.

Darüber liegt eine 0.5 Fuss starke *Torfbildung* mit zahlreichen Schalthierresten, die da sind: Helix hispida, H. pulchella, Bulimus lubricus, Succinea amphibia, Limneus minutus, Planorbis spirorbis, P. contortus, Pisidium fontinale. Auch liegen Charen-Stengel darin.

Auf dem Torfe ruht eine 1.5 Fuss starke Lage von *bläulichem Thon*, welche Helix hispida und Succinea amphibia einschliesst. Darüber liegt 1 Fuss mächtig *brauner Thon* mit Helix hispida, Succinea amphibia und Bulimus lubricus. Das Ganze wird von einer 3 Fuss mächtigen Lage Ackererde bedeckt, in deren unterem Theil Helix hispida zerstreut liegt, während der obere Theil mit Neckargeröllen untermengt ist.

Ganz in der Nähe liegt am *unteren Rosenstein* auch eine *Torfbildung*, deren zahlreiche organische Reste anzeigen, dass sie in die Bildungszeit der jugendlichen *Tuff-* und Mergelabsätze gehört und am Ufer des Stuttgart-Kannstadter Beckens gelegen, umschliesst sie einen Theil der heute noch dort lebenden Conchylien, eine unverkennbare Marke der Grenze des letzten höheren Wasserstandes in diesem Becken.

Diese Torfbildung ruht unmittelbar auf dem älteren, der Diluvialzeit angehörigen Tuff, hat eine Mächtigkeit von 1 bis 1.5 Fuss, und ist von einer 3 Fuss starken Lage Ackererde bedeckt. Die darin liegenden organischen Reste sind:

Schwein- und Pferde-Zähne

Helix hispida	Vertigo nana
„ pomatia	Succinea amphibia
„ pulchella	Paludina impura
„ nemoralis	Physa hypnorum
„ nitidosa	Limneus vulgaris
„ fruticum	„ minutus
„ lucida	Planorbis marginatus
„ sylvatica	„ spirorbis
Bulimus lubricus	„ contortus
Pupa muscorum	Carychium vulgare
Vertigo pygmæa	Pisidium fontinale

Von diesen scheinen Helix sylvatica und Vertigo nana aus der älteren Tuffbildung in den Torf gekommen zu sein.

Lyell hat in schottischen See'n eine fortgehende interessante Bildung von Tuff und Mergel beobachtet. *) Der Boden des See's Bakie in Forfarshire in Schottland besteht aus mehreren übereinander liegenden Schichten von verschiedener Zusammensetzung. Die Lager sind: Torf mit Baumstämmen, 1 bis 2 Fuss stark; Muschelmergel stellenweise mit Tuffkalk, der in der Gegend „Steinmergel“ genannt wird, 1 bis 16 Fuss; Triebsand, ohne Geschiebe, an einigen Stellen durch ein kalkiges Bindemittel verkittet; Muschelmergel, in dem beinahe jede Spur der Muschelschalen verschwunden ist, 1 bis 2 Fuss (er wird mit Vortheil in der Agricultur benützt); feiner Sand, auf Geröllen liegend, wenigstens 9 Fuss mächtig. Der Kalktuff oder „Steinmergel“ ist auf die Nähe der Quellen beschränkt, die unregelmässig über den Seeboden verbreitet sind. Er ist gelblichweiss, besteht aus beinahe reiner kohlensaurer Kalkerde, und ist theils dicht, theils krystallinisch. In diesem Mergel liegen Hirsch-Geweihe, Hörner von Ochsen, Stosszähne vom wilden Schwein, ferner Cypris ornata *Lam.*, Limneus pereger, Valvata fontinalis, Cyclas lacustris, Planorbis contortus, Ancylus lacustris (alle nach *Lam.* Bestimmungen).

Lyell ist der Ansicht, dass der Mergel nicht unmittelbar durch die Quellen gebildet sein kann, welche sehr wenig Kalk enthalten, sondern vielmehr durch Einfluss des kohlensäurehaltigen Wassers der Quellen, welches den Kalk der Muschelschalen aufgelöst und als Mergel abgesetzt hat. Die Chara-Samen sind häufig von Kalk umwickelt; die kleine Nuss liegt oftmals in der Kalkhülle; gar oft aber ist der Raum hohl und nur die Schale des Samens erhalten. Die Chara ist die gewöhnliche Chara hispida, welche häufig in dem Bakie-See lebt.

Eine ähnliche im Kinnardy-See von Lyell beobachtete Mergelbildung ist da am mächtigsten, wo am Ende des See's die mehrsten Quellen hervortreten. Die Muscheln sind dieselben, wie im Bakie-See, und wie dort fast alle jung; von zehn ist nur eine völlig ausgebildet. Es wurde hier ein grosses Skelett von Cervus elaphus in dem Mergel gefunden,

*) Trans. of. the Geol. Soc. London 2. Series Vol. II. p. 73, und daraus in De la Beche Geological manual third edition 1833 S. 160 und 161.

und zwar in aufrechter Stellung, so dass die Spitzen des Geweihes an der Oberfläche des Mergels erschienen, und die Läufe 2 Ellen tiefer standen. Der Mergel ist von Torf bedeckt, in welchem mehrere Skelette von Hirschen und 1820 die Reste eines Bootes gefunden wurden, das aus einem Eichenstamm ausgehöhlt war.

Diese Seeabsätze ruhen auf Geröllen. Die Gegend muss vor ihrer Bildung schon von Menschen bewohnt, und die See'n müssen offene Wasserflächen gewesen sein, da ein Boot in diesen Schichten gefunden worden ist.

Von Sedimentbildungen durch Quellen, welche kalkreiche Wasser an die Oberfläche führen, haben wir zahlreiche Beispiele in allen Ländern. Nur die interessantesten verdienen hier eine spezielle und genauere Erwähnung.

Die alten Tuffablagerungen in den Thalbecken von *Stuttgart* und *Kannstadt* sind ein Absatz der dortigen Quellen. Heute noch fliessen in der Gegend von *Kannstadt* gegen fünfzig kohlensäurereiche Quellen an den Tag, die zusammen eine Wassermasse liefern, welche in 24 Stunden über 800.000 Kubikfuss beträgt. Die in kräftigen Wasserstrahlen aufsteigenden und schäumend überströmenden artesischen Brunnen zu Berg und am Sulzerrain zu Kannstadt, sind vor allen sehenswerth. Nach einer annähernden Berechnung, welcher der Gehalt der Quellen an erdigen Bestandtheilen zu Grunde liegt, wie ihn chemische Analysen nachgewiesen haben, können sich aus jener Wassermenge täglich 2000 Zentner Steinmasse absetzen.

In den Canälen, durch welche die Quellen der Badanstalten ihren Abfluss haben, so wie an den unmittelbaren Ausflüssen der Quellen selbst, setzt sich fortwährend Tuff ab, der hinsichtlich seiner Bestandtheile ganz identisch mit dem alten Tuff ist, Blätter von Bäumen und Sträuchern, Charastengel, Conferven überkleidet, und Scherben von Töpfer waren zusammenkittet.

Sind Quellen in Folge eines beträchtlichen Gehalts an Kohlensäure und einer langen Berührung mit kalkigen Gesteinen sehr stark mit kohlensaurer Kalkerde beladen, so setzen sie an ihrem Ausfluss beträchtliche Kalkmassen ab, die sich bisweilen selbst über ihren gewöhnlichen Wasserspiegel erheben. So bildete die klare kalkreiche Quelle von St. Allire, nahe bei

Clermont in der Auvergne, eine Brücke über sich, welche im Jahr 1754 hundert Schritte lang, an der Basis 8 bis 9 Fuss, und in der Mitte des Bogens 2 Fuss stark war *).

Solche kalkreiche Quellen überkleiden nicht nur die Wandungen der Canäle oder Röhren, in welchen sie fortgeleitet werden S. 459, sondern verstopfen sie völlig, wenn sie lange darin fortlaufen ohne dass man den erdigen Ansatz von Zeit zu Zeit ablöst. Eine solche Quelle hat in England einen Canal von 8 Zoll Breite und 4 Zoll Höhe, in welchem sie aus einer Grube geleitet wurde, innerhalb einer Zeit von 3 Jahren vollkommen verstopft **).

Ein interessantes Beispiel ähnlicher Art ist der feste und schöne Kalksinter, welcher sich in der grossen Römischen Wasserleitung aus der *Vorder-Eifel* bis nach Cöln, gebildet hat. Diese grossartige Wasserleitung, ein gemauerter, überwölbter Canal von 4½ Fuss Höhe und 2½ Fuss Breite führte aus einer Entfernung von 6 bis 7 Meilen die Quellwasser aus den Kalksteinbergen des *Erft-*, *Urst-* und *Frybach*-Thales der Römischen Colonie am Rhein zu. Der Kalksinter, Canalstein genannt, ist an einigen Stellen auf dem Boden 7 bis 8 Zoll stark, sich an den Seitenwänden verschwächend. Beinahe in allen Niederrheinischen Kirchen sieht man daraus gefertigte kleine, sehr zierliche Säulen ***). Solche Absätze bilden kalkreiche Quellen von den verschiedensten Temperaturen, kalte, warme und heisse.

Vor vielen ausgezeichnet sind in dieser Beziehung die heissen kalkreichen Quellen von Toscana und von diesen besonders die Quellen von *San Filippo* und von *San Vignone*.

Die warmen Quellen der berühmten Bäder von *San Filippo* setzen so schnell Kalk ab, dass sie auf eigenthümliche Weise zur Anfertigung von Bas-reliefs benutzt werden können. Die drei Quellen treten mit einer Temperatur von 40° R an den Tag, auf einem Hügel der Apenninen-Bildung, der aus stark aufgerichteten Schichten von schwarzem Schiefer, Kalkstein mit Zwischenlagen von Serpentin und aus blauem Thonmergel

*) Daubuisson traité de Géognosie 1re edit. 1819. tom. I p. 153.

**) Ebendaselbst S. 154.

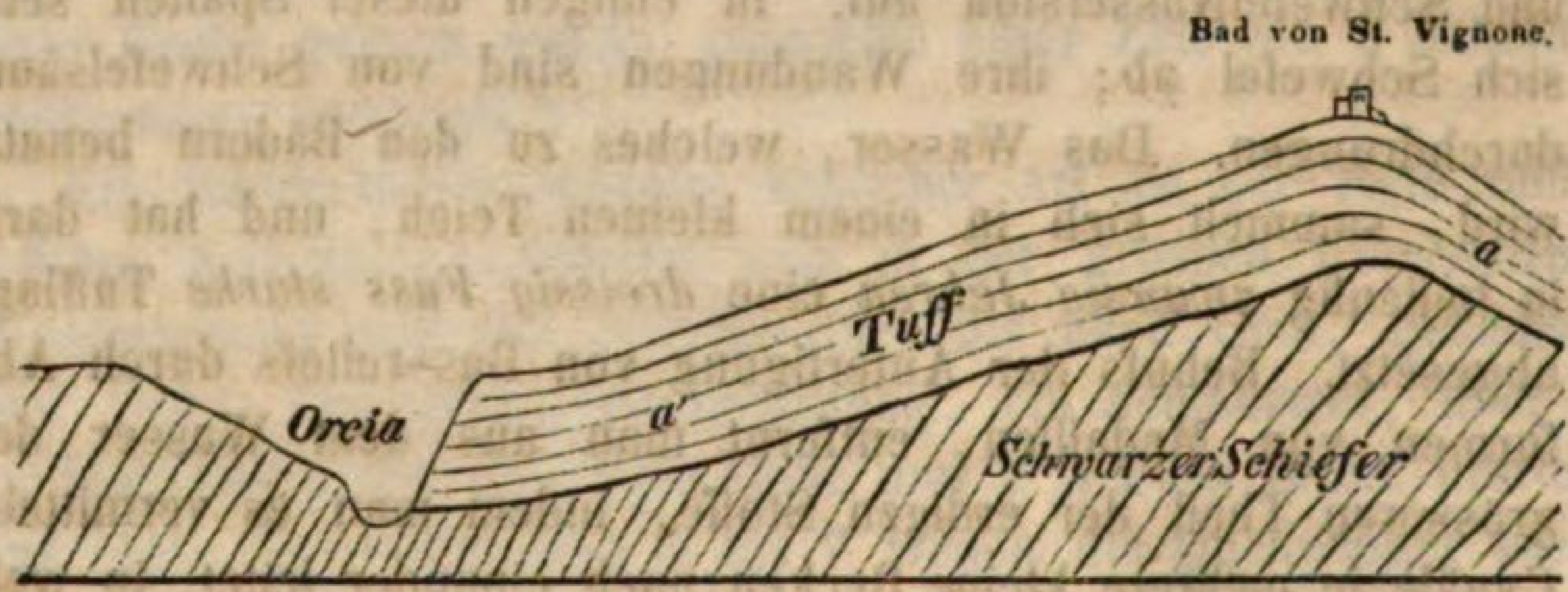
***) v. Dechen in der deutschen Uebersetzung von De La Beche Geological manual 1832. S. 151.

besteht, welcher an der Grenze einer tertiären Meeresbildung liegt. Das Wasser enthält neben freier Kohlensäure, Kieselerde, kohlensaure Kalkerde, viel schwefelsaure Kalkerde (Gyps) und auch schwefelsaure Magnesia (Bittersalz). Rund um den Ausfluss der Quellen liegt ein starker Tuffabsatz, worin sich Spalten bis zu 30 Fuss Tiefe und 150 bis 200 Fuss Länge befinden. Das darin befindliche Wasser ist milchig und in auffallender Bewegung, worauf sich der Name *il Bollore*, d. i. der Wallbrunnen, bezieht. Es steigen daraus Wasserdämpfe und Schwefelwasserstoff auf. In einigen dieser Spalten setzt sich Schwefel ab; ihre Wandungen sind von Schwefelsäure durchdrungen. Das Wasser, welches zu den Bädern benutzt wird, sammelt sich in einem kleinen Teich, und hat darin in beiläufig *zwanzig Jahren* eine *dreissig Fuss starke* Tufflage abgesetzt. Behufs der Anfertigung von Bas-reliefs durch Abformen von Medaillen, entfernt man aus dem Wasser den grösseren Theil der erdigen Stoffe, indem man es vermittelst Canäle in mehrere kleine Becken nach einander leitet, in welchen es Tuff und krystallinischen Gyps absetzt. Hierauf wird es in einer Röhre auf die Höhe eines kleinen Gemachs geleitet, von wo es zehn bis zwölf Fuss hoch herabfällt, und sich auf kreuzweise über einander liegenden Stäben in Staub zerschlägt, der sich über die zum Abformen eingebrachten Medaillen verbreitet, die einen feinen Ueberzug einer Seifenlösung haben. Er setzt auf diese einen feinen marmorähnlichen Absatz ab, welcher sehr schön alle Configurationen der Medaillen annimmt.

Das Wasser von San Filippo setzt innerhalb 4 Monaten eine nahezu einen Fuss starke harte Tufflage ab. Die Quellen sind wasserreich, und fliessen ununterbrochen gleichförmig aus. Man macht sich, diess erwägend, leicht eine Vorstellung von der Entstehungsweise der abgesetzten Tuffmasse, welche sich am Hügel herabzieht. Sie hat eine Länge von 1¼ ital. Meile und 1 ital. Meile Breite und stellenweise eine Stärke von 250 Fuss. Ein kleiner Bach schneidet die Tufflage am Fuss des Hügels ab *).

*) D. Gosse, Account of a visit made to the baths of San Filippo in Toscany, in Ed. Phil. Journ. vol. II. p. 290.

Nicht weit davon und ganz nahe bei Radicofani liegen die heissen Quellen von *San Vignone*. Sie setzen so rasch und in solcher Menge Kalk ab, dass in der Zuleitungsröhre zu den Bädern, welche eine Neigung von 30° hat, jedes Jahr sich eine Tuffmasse von ½ Fuss Stärke absetzt. Die Quelle tritt auf dem Gipfel eines etwa 100 Fuss hohen Hügels hervor, dessen Felsmassen zur Appenninen-Formation gehören, und aus schwarzen Schieferschichten bestehen, welche Serpentinlagen einschliessen *).



Kalktuff-Bildung von San Vignone in Toscana.

Der Kalkabsatz ist im Allgemeinen weiss, und wo das Wasser langsamer fliesst, dichter; auch soll der Winterabsatz immer dichter sein als der Sommerabsatz, dabei aber schwächer. Eine breite Tuffmasse (a) zieht sich ostwärts über den Hügel hinab gegen San Vignone, in gleichförmiger Neigung mit der Oberfläche des Hügels unter 6°. Eine Lage desselben von etwa 15 Fuss dicke, aus vielen über einander liegenden Schichten zusammengesetzt, ist sehr fest, und gilt als ein vortrefflicher Baustein. Im Jahr 1828 wurde aus ihr ein 15 Fuss langer Quader gehauen, den man zum Bau der neuen Brücke über die Orcia verwendete. Westlich zieht sich der Tuff a' auf eine Länge von 250 Fuss, mit verschiedener Mächtigkeit, die bis auf 200 Fuss steigt, am Hügelabhang herab bis zum Orcia-Bach, an welchem er mit voller Mächtigkeit plötzlich steil absetzt. Das strömende Wasser spült den Kalkabsatz hier immer weg, und setzt dadurch seiner weiteren Ansdehnung Schranken. Wenn man an diesem Orte von einer einzigen Quelle einen so grossen Kalkabsatz gebil-

*) Lyell principles of geology.

det sieht und dabei bedenkt, dass von den Kalktheilen, die sie absetzt, unendlich mehr durch die fortwährende Wirkung des strömenden Baches fortgetrieben und dem Meere zugeführt wird, als sich auf der kurzen Strecke vom Ursprung der Quelle bis zum Rinnsal des Baches ablagert; so kann man sich ungefähr eine Vorstellung von der Mächtigkeit und Ausdehnung derartiger, durch grosse Massen kalkiger Quellwasser abgesetzter Kalklager machen, deren Bildung ungestört und unter günstigen Verhältnissen durch einen langen Zeitraum fortgegangen ist.

In neuester Zeit hat man merkwürdige tuffbildende heisse Quellen in *Algier* beobachtet. Das Wasser der heissen Quellen von *Hammam-Mascontin* (die verwünschten Bäder) in der Provinz Constantine steigt vertikal aus der Tiefe und setzt um die Ausflussöffnung einen Wall von Kalk ab, der sich allmählig bis zu einem Kegel von 25 bis 30 Fuss Höhe erhebt. Die Quelle, die nicht höher zu steigen vermag, verlässt alsdann denselben und sucht einen Ausweg, bildet abermals einen Wall um ihren Ausfluss u. s. w., und auf diese Weise sind dort eine Menge solcher Kalk-Kegel gebildet worden, deren Abfall nach Aussen 25 bis 30° beträgt. Westlich vom Wege von Constantine nach Bona, befinden sich nicht weit vom Rasselacha, einer der höchsten Ketten des kleinen Atlas, viele solche Quellen. Ihr Wasser ist so heiss, dass man die Hand ohne Schmerz nur einen Augenblick hineinhalten kann. Dennoch dampft es wenig, bei der Trockenheit der Luft und der Gluth der Sonne, die den Boden über 40° C. erhitzt. Es riecht stark nach Schwefelwasserstoff und schmeckt angenehm. Wo die Quellen aus dem Boden sprudeln, bildet es durch Kalkabsatz schneeweisse Kegel, deren man dort auf einer Fläche von 300 Schritte Durchmesser einige Hundert zählt. Die meisten dieser Kegel sind nur 5 bis 6 Fuss hoch; aber einige derselben haben eine Höhe von 15 bis 18 Fuss. Auch grössere, unförmliche Tuffmassen haben sich gebildet. Die Hauptquelle tritt gegenwärtig aus einer solchen Kalksintermasse hervor, die 40 Fuss über den Rinnsal erhoben ist, in welchem das Wasser abfliesst. Die Höhe der einzelnen Kegel steht natürlich in geradem Verhältniss zur Kraft des Auftriebs der Quellen. Konnte es nicht mehr höher steigen, so suchte es sich seitwärts einen Ausweg. Dabei blieb die Vertiefung im

Kegel. Im Laufe der Zeiten sind viele solche Vertiefungen mit Erde ausgefüllt und dadurch der Sitz einer üppigen Vegetation geworden, welche gegen die Weisse des Tuffs und gegen die Dürre und Unfruchtbarkeit der weiteren Umgebung einen auffallenden Contrast bildet.

Zu diesen kalkigen Sedimentbildungen durch Quellen gehören, wie gleich zu Anfang dieses Abschnittes S. 458 bemerkt wurde, alle Absätze von Kalktuff, Sinter oder Travertin, von welchen man in allen Ländern zahlreiche Beispiele kennt. In ziemlich grossem Maasstabe findet diese Bildung statt am Plattensee und in den grossen Mooren des Ungarischen Flachlandes, woselbst der Tuff als Baustein benützt wird. In Peru und in mehreren Gegenden Asiens sind kleine Wasseransammlungen bekannt, welche vermöge ihres grossen Kalkgehaltes beim Verdunsten nach und nach ansehnliche Kalkbänke absetzen. Auf Java bilden sich solche an den Rändern eines kleinen Schwefelwasserstoff aushauchenden See's. In Frankreich ist das Tarn-Thal im Aveyron Dép. durch seine Tuffmassen bekannt.

In *Baden* liegen beträchtliche Ablagerungen solcher Quellen-Tuffe im Gebiet der Molasse, des Jura und der Triasbildung. Eine sehr ausgedehnte Tuffbildung liegt im Thal von *Deggenhausen* unfern Salem. Sie geht in diesem Molasse-Thal ununterbrochen fort. Der lockere Kalkabsatz ist in den Steinbrüchen so weich, dass er mit Axt und Säge bearbeitet werden kann. Auch in der Gegend von Stockach liegen Kalktuffbildungen in der Molasse. Im Jura-Gebiet liegt eine beträchtliche Ablagerung im Daxenthal unfern Zollhaus am Randen, und im Thal von *Amtenhausen* unfern Möhringen an der Donau sieht man eine kalkreiche Quelle unablässig Gräser, Moose, abgefallene Baumblätter überkrusten. Im Gebiet der Trias liegen ansehnliche Kalktuff-Ablagerungen bei *Kirnach, Brucken*, *Reiselfingen*, *Unadingen*, *Brunnadern* und *Schwaningen* unfern Bonndorf, dessen zum Theil ziemlich feste Kalke in der Gegend mehrfältig als Bausteine gebraucht werden. Der Kalktuff von *Schwaningen* schliesst Helix hortensis und einzelne Knochen ein, die dem Ochsen anzugehören scheinen. Im Tuff von Brunnadern liegen Baumblätter. An der *Häsel* bei *Wiesloch* sieht man eine aus Muschelkalk hervortretende Quelle Moos überkrusten. Unfern *Neckarelz* liegen bei *Dietesheim* und bei *Binau* am Abhange

der Sandsteingehänge (bunter Sandstein) des Neckarthals, Kalktuffe 20 bis 30 Fuss mächtig.

Kieselabsätze durch Quellen.

Manche warme und heisse Quellen enthalten eine beträchtliche Menge *Kieselerde* in Auflösung, und setzen an ihrem Ausfluss nach und nach ansehnliche Mengen davon ab. Haben die Wasser einen Gehalt von *kohlensaurem Natron*, so sind sie vermittelst desselben fähig eine grosse Menge der löslichen Modification der *Kieselerde* aufzunehmen, welche bei der Verwitterung verschiedener Silicate ausgeschieden wird, namentlich bei der Verwitterung von *Feldspathen* und *Zeolithen.* Fliessen heisse Wasser durch Feldspath- oder Augitgesteine, worin jene Silicate in vorwaltender oder jedenfalls in beträchtlicher Menge vorhanden sind, so können sie daraus sowohl kohlensaures Natron, als Kieselerde aufnehmen. Aus diesem Grunde sind auch vorzugsweise diejenigen heissen Quellen *kieselabsetzende,* welche aus Gesteinen erwähnter Art hervortreten.

Die berühmtesten Quellen dieser Art sind die heissen Quellen Islands, und unter diesen besonders die heissen Wasser des grossen *Geysers*, d. h. einer starken, periodisch durch plötzlich entwickelte Dampfkraft zum Ausbruch kommenden Quelle, die unmittelbar darauf wieder zu einer längeren Ruhe zurückkehrt.

Die neuesten gründlichen Untersuchungen der heissen Quellen Islands durch *Bunsen* *) haben dargethan, dass die den Quellenboden zusammensetzenden Gesteine, der sogenannte Pelagonittuff, das älteste (pechsteinähnliche) Gestein der Insel, der Trachyt, der Klingstein, so wie die augitischen Gesteine, durch das heisse Wasser zerlegt werden. Die darin enthaltenen Kieselerde-Verbindungen zerfallen bei dieser Zersetzung unter dem Einfluss des heissen Wassers in *saure* und *basische* Verbindungen, von denen die ersteren sich im Wasser auflösen, die letzteren aber unlösliche Thonlager bilden. Die löslichen Silicate dringen mit dem Quellwasser zu Tage, und geben durch freiwillige Verdunstung, unter dem Einfluss der Kohlensäure der Luft, die sich mit den Basen verbindet, und

*) Beilage zur Allgemeinen Zeitung, 24. u. 25. December 1846.

die Kieselerde abschneidet, Veranlassung zur Bildung von *Opalen* und *Kieselsintern*. Die Basis des Geysers besteht aus Thonbildungen, welche aus den Gesteinen der nächsten Umgebungen hervorgegangen sind, indem das darauf niederfallende und sie durchdringende Wasser Kieselerde und Alkalien ausgezogen hat. Auf diesen Thonbildungen ruht eine Decke von Kieselabsatz, die einen kraterartigen Kegel bildet, in dessen Mitte sich der Quellschacht befindet, dessen Wandungen durch das stets von unten erneuerte Andringen des Wassers frei von weiterem Ansatz bleiben. Der Durchmesser des Wasserbeckens beträgt in der einen Richtung 56 in der andern 46 Fuss. Der von ihm niedergehende Canal hat in seiner Mitte eine Tiefe von 78 Fuss, unten 8 bis 10 Fuss Durchmesser, und erweitert sich allmählig nach oben. Unmittelbar nach erfolgter Eruption steigt das 1 bis 2 Meter tief in dem Canal stehende Wasser während einiger Stunden allmählig bis an den Rand des Beckens, und fliesst dann ruhig über den Sinterkegel ab.

Der Flächenraum, den die kieseligen Absätze der vielen heissen Quellen Islands bedecken, beträgt mehr als vier Stunden. Die Beschaffenheit des Kieselabsatzes ist sehr verschieden, und zeigt die mannigfaltigsten Abstufungen von lockeren, zerreiblichen Massen, bis zu dichten und durchscheinenden von Marmorfestigkeit. In letzteren erkennt man Abdrücke von Blättern der Birke und Stücke vom Stamm, die das Ansehen des verkieselten Holzes haben. Auch Schäfte und Blätter von Equiseten liegen darin, die aber nicht der heutigen Flora angehören. Manche Bäche, die durch den Zusammenfluss dieser Quellwasser gebildet werden, haben ein milchiges Ansehen, das von den aufgeschlämmten Thontheilen herrührt, welche die Wasser beim Durchgang durch die Kieselabsätze und dem umgebenden Thonboden mitnehmen. Solcher Art sind die weissen Bäche von Olassai. Auch die heissen Quellen von Lauganses bei Reikiavik setzen Kieseltuff ab *).

Als Begleiter vieler Isländischen heissen Quellen treten zwei Gase auf, nämlich *Schwefelwasserstoffgas* und *schweflige Säure*. Aus ihrer gegenseitigen Zersetzung geht der mit den Wasserdämpfen sublimirte Schwefel hervor, dessen angesam-

*) E. Robert, Bulletin de la Soc. géol. de Franc. VII.

melte Massen früher gewonnen und in den Handel gebracht worden sind. Zwischen diesen beiden Gasen ist ein steter Kampf: wo der Schwefelwasserstoff die Oberhand behält, da bilden sich Schwefel-Alkalien, welche auf das Eisenoxyd einwirkend, die Umwandlung desselben in Schwefelkies bewirken, der in die Thonmassen eingeschlossen wird. Wo dagegen die schwefelige Säure vorwaltet, da entsteht unter Einwirkung der Luft Schwefelsäure, die in den Thon eindringend die Erzeugung von Alaun, Gyps, Bittersalz u. s. w. verursacht, aber den Absatz von Kieselsinter verhindert.

In der Gruppe der Azoren zeichnet sich San Miguel durch viele heisse Quellen aus, von welchen nach Webster die des Thales *Furnas* mit einer Temperatur von 18—78° R. hervortreten, und eine grosse Masse von Thon und Kieselerde absetzen, wovon Gräser, Blätter und andere Pflanzentheile, die damit in Berührung kommen, eingewickelt werden *). Sie gehen dabei mehr oder weniger in den fossilen Zustand über, und zeigen alle Abstufungen desselben. Webster sah Farrenkräuter der jetzigen Insel-Flora völlig durch diesen Kieselabsatz versteinert, mit Erhaltung des ganzen Ansehens der lebenden Pflanze; nur die Farbe ist in aschgrau umgeändert. Holzstücke liegen in verschiedenem Grade verändert in dem Absatz, und eine ganze Lage, 3 bis 5 Fuss mächtig, besteht aus dem versteinerten auf der Insel so häufigen Rohr (Arundo Donax. Linn.). In der Mitte der Wachsthumknoten liegen feine Schwefel-Krystalle.

Mannigfaltige Kieselabsätze sind hier zahlreich vorhanden; die mehrsten haben einzeln nur 1/4 bis 1/2 Zoll Stärke, und sind zu dickeren Lagen von einem Fuss und mehr auf einander gehäuft. Die einzelnen Schichten sind in der Regel parallel und horizontal, nur selten wellenförmig. In den Höhlungen dieser Kieselabsätze kommen Stalactiten von 2 Zoll Länge vor, die häufig mit kleinen, glänzenden Quarzkrystallen bedeckt sind. Dichte Massen von solchen Kieselabsätzen, die durch verschiedene Ursachen zertrümmert wurden, sieht man durch Kieselsubstanz wieder zusammengekittet. Einige Bückel dieser schönen Breccie haben nach Webster wohl 30 Fuss Höhe.

*) J. W. Webster, Account of the hot springs of Furnas in the Island of St. Michael, in Edinb. Philos. Journ. Vol. VI. p. 310.

Die gesammte Ablagerung ist beträchtiich und bildet niedrige Hügel. Die verschiedenen lebhaften, weissen, braunen, rothen, gelben und purpurnen Farben der Absätze, werden durch saure Dämpfe zerstört. Schwefel kommt in denjenigen Absätzen dieser Quellen hervor, die aus einem vulkanischen, aus Lava und Trachyt zusammengesetzten Boden an den Tag treten.

Nach den Beobachtungen von JAMES setzen die heissen Quellen von *Washita* in den Rocky mountains *) ansehnliche Massen von Kieselerde, Kalk und Eisenoxydhydrat ab. Diese Quellen, so wie einige heisse, Kieselabsätze bildende Quellen Indiens, kommen nicht aus vulkanischen Bildungen. TURNER **) hat in den heissen Wassern von Pinnarkoon und Loorgootha einen ansehnlichen Gehalt an kohlensaurem Natron gefunden, wodurch die beträchtliche Menge Kieselerde in denselben aufgelöst erhalten wird und ihre Aufnahme aus Feldspath-Gesteinen vermittelt ist.

Absätze von Salzquellen.

Von den vielen Soolquellen Westphalens zeichnen sich nach EGEN ***) die Salzquellen von *Salzkotten* und von *Rothenfelde* durch Absätze von Steinmassen aus, welche sich in den Zeiten daraus ablagerten, wo die Quellen noch unbenutzt ausflossen. Das auf diese Weise entstandene Steinlager der Salzquelle zu *Salzkotten* hat eine Mächtigkeit von 5—6 Fuss, ist sehr hart, und klingt beim Anschlagen wie stark gebranntes Steingut. Man gebraucht es zum Bauen und hat schon den grösseren Theil dazu verwendet. Die Basis des Dorfthurms besteht daraus. Das ziemlich ausgedehnte Lager ist in Schichten von ¼ bis 1 Zoll Dicke abgetheilt, die oft sehr stark zusammengebacken sind, so dass recht dicke Werksteine daraus gehauen werden können. Es besteht der Hauptmasse nach aus kohlensaurem Kalk mit einer thonigen Beimengung und ist durch Eisenocker gefärbt. Eine trichterförmige Vertiefung, welche früher an der Stelle der jetzigen Gradirhäuser vorhanden war, bezeichnete den früheren Aus-

*) Expedition to the Rocky mountains.

**) Elements of Chemistry und daraus in De La Beche Geol. Manual. p. 157.

***) KARSTEN's Archiv Bd. XIII. S. 319 und 328.

fluss der Quelle, die jetzt mit einer Temperatur von 15° R., und 6½ Procent Salzgehalt, kohlensäurebeladen, im Dorfe selbst ausfliesst, und in den Leitungsröhren ausserordentlich viel rothgelben Ocker absetzt.

Viel bedeutender ist der alte Absatz der Soolquelle zu *Rothenfelde*, der südlich von dem jetzigen Ausfluss der Quelle liegt, ein Steinlager von 16 bis 18 Fuss Mächtigkeit bildet, und wohl eine Viertelstunde lang und breit ist. Die heutige Quelle hat 14° R. Temperatur, 7—8 Procent Salzgehalt, viel Kohlensäure, und setzt in dem Soolen-Sammelteich der Saline heute noch dieselbe Steinmasse ab. Das Gestein ist in dünne Schichten abgetheilt, 10 bis 18 auf einen Zoll, die aber fest zusammenhängen, so dass es gleichfalls als Baustein benützt wird. In dem Orte Dissen sind alle Mauern davon aufgeführt. Auf dem höchsten Punkte des Lagers liegen die Schichten horizontal; hier befinden sich 5 bis 6 trichterförmige Röhren in dem unterliegenden Kalkstein (Muschelkalk), von welchen aus die Schichten sich nach allen Seiten neigen. Die Quelle fliesst bei trockener Witterung nicht aus, und muss alsdann durch Pumpen gehoben werden. Die Salzkotten-Quelle hat einen beständigen Abfluss über Tage. Davon kann es herrühren, dass die Schichten ihres Absatzes stärker sind. Nehmen wir bei dem Rothenfelder Absatz jede einzelne Schicht als das Erzeugniss einer einzelnen Soolenüberschwemmung an, so muss die Reihe der dünnen Schichten des Lagers in einem Zeitraum von mehr als 4000 Jahren gebildet worden sein. Jedenfalls floss die Quelle so lange unbenutzt ab.

Etwa 200 englische Meilen vom Fort Gibson in Nordamerika bricht an dem Ufer des Flusses Nescutunga schäumend eine Salzquelle hervor, welche fast in dem Augenblick des Hervortretens eine Menge von kleinen Salzkrystallen absetzt, die sich ununterbrochen zusammenhäufen, und dadurch einen wirklichen Steinsalzfelsen bilden, welcher in ganz kurzer Zeit so sehr erhärtet, dass es schwer ist, von der Masse ein Stück abzuschlagen. Auf diese Weise hat die Quelle einen wahren Salzhügel gebildet. Zur Seit des Hochwassers umspült der Nescutunga diesen Salzhügel, beladet sich mit Salztheilen, überschwemmt die ganze Ebene, die dabei in einen ungeheuren See verwandelt wird. Nach dem Fallen der Gewässer krystallisirt aus der über das Land verbreiteten Salzauflösung

das Kochsalz heraus, zu Folge dessen in der trockenen Jahreszeit längs dieses Flusses eine grosse, blendend weisse Salzfläche vorhanden ist, welche so weit der Horizont reicht, sichtbar bleibt *).

Im Staate Kentucky in Nordamerika treten mehrfältig Salzquellen in sumpfigen Gegenden hervor. Man wendet in ganz Nordamerika zur Bezeichnung dieses Vorkommnisses das Wort *Lick* an. Es zeigt sumpfige Gegenden an, wo Salzquellen hervorbrechen, die von Hirschen, Büffeln und anderen wilden Thieren häufig besucht werden, um das Salz zu geniessen, welches entweder aufgelöst in dem Wasser ist, oder zur Sommerzeit in Folge der Verdunstung auf der Oberfläche des Sumpfes eine Kruste bildet **). Das Vieh und die wilden Thiere verschlingen die Salzmasse gierig, und wühlen den von Salz durchdrungenen Lehm auf, um dieselbe abzulecken.

Der berühmte Big Bone Lick in Kentucky hat zwei Salzquellen und gegenwärtig eine Ausdehnung von 15 Morgen. Alte Leute wissen sich zu erinnern, dass wilde Bisonochsen und Büffel in Menge sich früher an diesen Quellen versammelt haben; seit vielen Jahren aber sieht man sie nicht mehr. Der Eigenthümer des Landes zeigte Lyell zwei Züge von Fussspuren der Büffel, welche sich in den Wäldern noch erhalten hatten, und die beide geradenweges zu den Salzquellen führten. Namentlich erkennt man den einen noch ganz gut mehrere Miles durch den Wald hindurch. Er ist 3 bis 4 Ellen breit, zum Theil mit Gras bewachsen. Sechzig Jahre früher war er noch so kahl, hart und zugetreten, wie eine Landstrasse.

An den Stellen, wo die Salzquellen entspringen, ist der Sumpf so weich, dass man eine Stange viele Ellen tief senkrecht niederstossen kann. Mit Recht darf man daher annehmen, dass hier noch jetzt bisweilen Pferde, Kühe und andere Vierfüsser umkommen, und dass früher eine weit grössere Anzahl von wilden Thieren an dieser Stelle begraben worden seien. Es ist bekannt, dass in den Pampas von Südamerika in der dürren Jahreszeit, die Pferde, die Hirsche, das Vieh in

*) Karsten's Archiv Bd. XVIII. S. 538.

**) Lyell, Travels in North-America 1845.

solcher Menge nach den Flüssen eilen, dass die vordersten des Haufens durch das Drängen der nachfolgenden in den Strom gestossen, und zuweilen zu Tausenden ersäuft und fortgeführt werden *). Auf gleiche Weise haben wohl auch meistens die Elephanten und die grossen Mastodonten, deren Skelette und einzelne Knochen tief in dem Schlamm der Licks gefunden werden, in der Hast das salzige Wasser zu trinken und von dem Salze zu lecken, einander gedrängt, und dabei in den salzigen Sümpfen von Kentucky ihr Grab gefunden.

Wenn, wie bei dem Buffalo Lick in Georgien, Salzquellen einen thonigen Schlamm durchtränken, so entstehen Ablagerungen, welche dem sogenannten *Salzthon* oder *Haselgebirge* der Salzstöcke der Alpen (Hallein, Berchtesgaden u. s. w.) ähnlich sind.

Absätze von Eisenquellen.

Alle *eisenhaltigen Säuerlinge* oder sogenannten *Stahlwasser* setzen an der Luft *Eisenoxydhydrat* ab, in Verhältnissen, welche der Quantität Wasser und seinem Eisen-Gehalt entsprechen. Bei der Häufigkeit solcher Quellen sind Ocker-Ablagerungen eine gewöhnliche Erscheinung und öfters von ansehnlichem Umfang, zumal an solchen Stellen, wo viele eisenhaltige Quellen nahe bei einander an den Tag treten. Mit dem Eisenoxyd setzt sich immer auch etwas *Manganoxyd* ab, nebst kleinsten Mengen von *Kupfer*oxyd und *Arsen*, welches letztere in der Form von Arsensäure mit dem Eisenoxydhydrat ein basisches, in Wasser unlösliches *Salz* bildet. Manche dieser Quellen, die durch Feldspathgesteine heraustreten, aus Granit, Gneis u. s. w., setzen zugleich auch *Kieselerde* ab.

Die interessantesten Ablagerungen dieser Art sind unstreitig diejenigen, welche in dem Gebirgskessel von *Wehr,* beim *Laacher-See* vorkommen, deren genaue Beschreibung wir G. Bischof verdanken **). Dort treten, besonders stark nach *Ober-Zissen* hin, unzählige eisenhaltige Sauerwasser an den Tag, die bei mangelndem Abfluss einen beträchtlichen Sumpf bilden. Die Entwickelung der in Blasen aufsteigenden Kohlensäure ist hier

*) Darwin's Journal p. 156. W. Parish's Buenos Ayres p. 151 und 371, und daraus in Lyell travels in North-America.

**) Schweigger-Seidel, Jahrb. der Chemie und Physik 1829 und 1833.

so stark, dass man das Brausen der das Wasser durchbrechenden Gasströme schon in einiger Entfernung hört. Die abgesetzten Eisenocker-Lagen sind hier stellenweise 10 bis 12 Fuss mächtig und werden als Farbematerial gewonnen. Grabt man in solchen Lagen bis dahin nieder, wo die Quelle hervorsprudelt, so findet man hier den Absatz aus graulich-weissem *kohlensaurem Eisenoxydul* bestehend, das vollkommen die Zusammensetzung des *Eisenspaths* oder des *Sphärosiderits* besitzt, während die höheren Lagen ganz aus *Eisenoxydhydrat* bestehen, das wie der *Brauneisenstein* zusammengesetzt ist. Der Grund davon liegt darin, dass die Quellen am Ausfluss unmittelbar kohlensaures Eisenoxydul absetzen, wie es in dem Wasser aufgelöst vorhanden ist, welches sich in der umgebenden Kohlensäure-Atmosphäre in seiner Zusammensetzung erhält, während die der Lufteinwirkung ausgesetzten Theile des Absatzes sich in Eisenoxydhydrat umwandeln. Bei *Burgbrohl* fand man beim Abteufen eines Schachtes durch einen Ockerhügel, in der Tiefe auf eine 6 Zoll starke Schale von festem kohlensaurem Eisenoxydul.

Dieses Zusammenvorkommen von Ocker und von kohlensaurem Eisenoxydul hat die grösste Aehnlichkeit mit der häufig beobachteten Vergesellschaftung von Brauneisenstein und Eisenspath auf *Göngen*, in verschiedenen Gebirgsgegenden. Die Trasslager des *Brohl-Thals*, das zu dem oben bezeichneten, an Säuerlingen reichen Districte gehört, sind mehrfältig von schwachen, oft kaum 1 Zoll mächtigen Adern von Brauneisenstein durchsetzt. Diese gangartigen Bildungen dürften wohl kaum eine andere Entstehung haben, als dass ehedem eisenhaltige Wasser durch die Spalten flossen, die darin nach und nach Eisenocker absetzten und sich so den Weg selbst verschlossen, indem sie die Spalten ganz ausfüllten.

Bischof suchte auszumitteln, wie viel Eisenocker wohl eine einzige Eisenquelle in einer bestimmten Zeit absetzen könne. Eine nach ihrem Eisengehalt bekannte Quelle lieferte nach seinen Messungen in 24 Stunden 74.048 Pfund Wasser und förderte damit 7.2 Pfund Eisenoxyd zu Tage; sie setzt daher in einem Jahre 2628 Pfund ab. In einem Zeitraum von 1000 Jahren kann somit dieses Wasser beim Durchfluss durch eine Gebirgsspalte, zu welcher die Luft Zutritt hat, eine Masse von 2.628.000 Pfund Eisenoxyd darin absetzen. Diese Masse

Lith. 435 h

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE

zum Gebrauche

BEI SEINEN VORLESUNGEN

und zum

SELBSTSTUDIUM

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden

entworfen von

Dr. Friedr. Aug. Walchner,
Grossherzoglichem Bergrathe, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Mit Steindrucktafeln und Holzschnitten.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Vierte Lieferung (mit 10 Holzschnitten).

Karlsruhe,
Druck und Verlag von Christian Theodor Groos.
1850.

kann, in Brauneisenstein umgewandelt, eine 2 Zoll starke Gebirgsspalte in eine Tiefe von 2566 Fuss und auf dieselbe Länge nach der Richtung des Streichens ausfüllen und mithin einen nicht ganz unbedeutenden Eisenerzgang bilden.

Durch annähernde Rechnung suchte Bischof weiter auszumitteln, wie viel Eisenocker eine gewisse Anzahl Eisenquellen zusammen in einem bestimmten Zeitraum absetzen können. Der *Brohlbach* führt die Gewässer der Nordseite des *Laacher Sees* dem Rheine zu und nimmt alles Wasser vom Nordgehänge seiner Umgebungen und dabei weitaus die grösste Menge der dortigen Säuerlinge auf. Da die süssen Quellen hier zu den Seltenheiten gehören, so ist die Annahme gewiss nicht zu hoch, dass die Hälfte des Bachwassers von den eisenhaltigen Quellen abstammt. Die Wassermenge, welche der Brohlbach in 24 Stunden liefert, wurde bei einer Messung gleich 89.856.000 Pf. Wasser gefunden. Eine der reichsten dortigen Eisenquellen enthält in 10.000 Theilen Wasser 0.972 Eisenoxyd. Die Hälfte des Bachwassers 44,928.000 Pf. Wasser, führen also in 24 Stunden 4367 Pf. Eisenoxyd an die Oberfläche, mithin in einem Jahr 1.593.955 Pf. und in 1000 Jahren 1.594.955.000 Pf. Das specifische Gewicht des Brauneisensteins $= 4.0$ angenommen, so wiegt ein Kubikfuss desselben $64 \times 4 = 256$ Pf.; somit ist der kubische Inhalt dieser Quantität Eisenoxyd, als Brauneisenstein gedacht 6.226.386 Kubikfuss. Unter diesen Voraussetzungen können also sämmtliche Eisenquellen des Laacher Sees in tausend Jahren ein Brauneisensteinlager von 6.226.386 Quadratfuss bilden, oder bei einer Mächtigkeit von 1 Fuss, von einer Ausdehnung von nahezu einer Achtelsquadratmeile. Nach den Beobachtungen von F. Krauss ist das südliche Afrika durch eine grosse Zahl heisser Eisenquellen ausgezeichnet, die aus buntem Sandstein hervortreten und bedeutende Ockermassen absetzen *). Die 46°—47° C. heissen Quellen von *Caledon*, am Abfall des Zwarteberges (Schwarzen Berges), 3 Tagereisen von der Kapstadt und von dort aus häufig besucht, haben auf mehreren hundert Schritten im Umkreis eine zur Hügelhöhe angewachsene Menge von Eisenoxydhydrat abgesetzt, die sich theils in Form von harten, porösen Blöcken, theils im Zustand einer dunkeln erdigen Masse zeigt.

*) Dr. F. Krauss im Jahrbuch für Mineralogie 1843.

Die 45° C. heisse Quelle von *Keure-Fontein* im Distrikte Georges am östlichen Olifants-Rivier hat ebenfalls im Umkreis von mehreren hundert Schritten eine zu einem 25 Fuss hohen Hügel angehäufte Ockermasse abgesetzt. Die 24° bis 32° C. heissen Quellen am westlichen Ufer des *Koega Riviers*, vier Stunden von dem Distriktsorte *Uiterhage*, 7 Stunden vor dessen Ausmündung in die See, haben einen Ockerabsatz gemacht, der den Boden theils auf viele hundert Schritte hin mit einer festen Masse von Eisenoxydhydrat bedeckt, theils in Form eines weichen Schlammes überzieht. Die unterste dieser Quellen tritt aus einer 2 Fuss weiten cylindrischen Vertiefung mit solcher Heftigkeit hervor, dass ein Mann von dem sprudelnden Wasser getragen und selbst wenn er sich mit Gewalt hinunterpressen will, davon wie ein Kork wieder in die Höhe gestossen wird. Sie setzt einen weichen Ockerschlamm ab, der viel basisches schwefelsaures Eisenoxyd enthält. Darin eingeschlossene Pflanzenreste sind verkohlt durch die Wirkung der Schwefelsäure und geben einen schwefeligen Geruch aus. Der feste Ockerabsatz der anderen Quellen enthält in der Tiefe blaues phosphorsaures Eisen und verkittet Stücke von Sandstein und Quarz zu einem Conglomerat, das in grossen Blöcken umherliegt. Ein ähnliches Gestein findet sich an dem naheliegenden Zwartkop-Rivier und an andern Orten der Colonie.

Bildungen durch Schwefelquellen.

Alle Schwefelwasser, die ihre charakteristischen Eigenschaften einem Gehalt an *Schwefelwasserstoff* verdanken, setzen an der Luft *Schwefel* ab, indem der Sauerstoff derselben sich mit dem Wasserstoff vereiniget, wobei der Schwefel abgeschieden wird. Sind die Schwefelwasser warm oder heiss, so bildet sich gleichzeitig *auch* etwas *Schwefelsäure* und zwar um so leichter, je freier und vollkommener die Luft einwirken kann. Steht eine heisse Schwefelquelle mit Kalkfelsen in Berührung, die an der Temperatur des Wassers Theil nehmen, und hat dabei die Luft ungehinderten Zutritt, so verbindet sich die unter solchen Verhältnissen aus Schwefelwasserstoff entstandene Schwefelsäure mit der Kalkerde des Gesteins und bildet damit *Gyps*. Wirkt der Schwefelwasserstoff auf schwere Metalloxyde ein, so werden dadurch viele in *Schwefelmetalle* umgewandelt, von welchen *Schwefelkies* das gewöhnlichste ist. Betrachten wir

die Schwefelquellen in diesen Beziehungen, so tritt ihre geologische Bedeutung unverkennbar hervor. Die Schwefelabsätze, welche die isländischen heissen Quellen machen, haben wir oben S. 474 schon erwähnt. Sie sind auch bei vielen anderen Schwefelwassern beobachtet worden, namentlich auch bei dem heissen Schwefelwasser von *Aachen*. Hier hat man auch die Schwefelkies-Bildung bemerkt *) und ebenso bei dem Thermalwasser von *Chaudes aigues* am Cantal **). Die Gypsbildung kann man mehrfältig wahrnehmen und zwar öfters bei gleichzeitiger Ausscheidung von Schwefel, wodurch wir über das nicht selten wahrnehmbare Zusammenvorkommen von Gyps und Schwefel im petrefactenführenden Sedimentgebirge, einige Aufklärung erhalten. Die Schwefelsäure, welche bei der Oxydation des Schwefelwasserstoffs entsteht, wirkt auch öfters zersetzend auf Feldspath- und Thongesteine ein, wobei Alaun und schwefelsaure Thonerde erzeugt werden und Kieselausscheidungen erfolgen.

Absatz von Borax und Boraxsäure durch Quellen und Seen.

In Indien, China, Japan, Tibet setzt sich aus einigen kleinen Seen beim Verdunsten *Borax* ab.

In Tibet liegt fünfzehn Tagereisen nördlich von Tezhoo-Lomboo (29° 4' nördl. Br.) ein von felsigen Bergen umschlossener See, von etwa 20 engl. Meilen Umkreis, welcher seine Wasser durch eine Anzahl unveränderlicher Quellen erhält. Es setzt sich daraus *Steinsalz* und *Borax* ab, der in der Form, wie er hier vorkommt, *Tinkal* genannt wird. Er bildet an seichten Stellen und am Ufer des Sees feste grosse Krusten auf dem Boden, welche man durch Ausgraben gewinnt. Das Steinsalz lagert sich in der Tiefe des Sees ab. Ungeachtet der Tinkal seit langer Zeit gesammelt wird, zeigt sich doch keine Abnahme; er wird immer wieder auf's Neue abgesetzt ***).

Aehnliche Seen sollen sich westwärts von Lahassa in der Provinz Marmi, sodann im Thale Tapré und in der Provinz Dschumlata im Norden von Betaule befinden. Der See in Dschumlata ist heiss.

*) Nöggerath in Schweigger's Jahrb. der Chemie und Phys. 1827.

**) Longchamp in Ann. de Ch. et de Phys. V. 32.

***) Saunder in den Phil. Trans. V. LXXIX. p. 79.

In den Maremmen von Toscana setzen die daselbst dem Boden entströmenden Wasserdämpfe in den heissen Schlamm-Massen, die sie durchziehen, *Lagoni* genannt, *Boraxsäure* ab. PETER HŒFFER, Apotheker zu Toscana zur Zeit Leopold's I., entdeckte 1777 das Vorkommen der Boraxsäure zuerst in den Lagunen von Monte Rotondo. Gegenwärtig wird sie durch LARDEREL auf eine sinnreiche Weise in zehn Fabriken gewonnen, welche in einem Umkreis von etwa zwölf Stunden in den Gemarkungen von Pomerance und Massa maritima angelegt sind und zusammen im Jahr bis 20.000 Ctr. Borsäure in den Handel bringen. Der Boden, aus dem der über 120° C. heisse Wasserdampf an vielen Punkten in Strömen herausbricht, besteht aus Thon, Sand, Kalk und Gyps. Das Wasser einzelner Lagunen gibt einen starken Schwefelwasserstoff-Geruch aus. Ueberall, wo die heissen Dämpfe den Boden durchziehen, setzt sich darin Schwefel, Gyps und schwefelsaures Ammoniak ab *).

Naphtha- und Bitumen-Quellen.

Seit den ältesten Zeiten sind die Bergölquellen von Zante (Zakynthos der Alten) und der Umgebungen von *Babylon* bekannt. Auf Zante liegen sie bei Kieri in einer kleinen Marschgegend am Meere, landeinwärts von Kalkstein und bituminösen Schieferhügeln begrenzt. Grund und Seiten mehrerer Pfuhle aus denen das Bergöl gewonnen wird, sind damit bedeckt; beim Aufrühren kommt es an die Oberfläche und wird hier gesammelt **). In dem Bezirke der Ruinen von Babylon liegen so reiche Naphthaquellen, dass der Ertrag derselben jährlich 30 bis 40 tausend Piaster ausmacht ***).

Auch im Land der Meder und Parther war das Vorkommen von Bergöl, bei Sidon in Syrien, schon im Alterthum bekannt. Die Meder nannten es *Naphtha*, die Griechen *medisches Oel* †).

Das ausgezeichnetste Vorkommen von Bergöl in seinen verschiedenen Abänderungen ist in der Gegend von *Baku* am kaspischen Meer, auf der Halbinsel Abscheron. In Europa kennt

*) LARDEREL in Comptes rendus 1846. T. XXIII. p. 345.

**) Dr. HOLLAND, Travels in the Jonian Isles, Albania etc.

***) Ker Porter Travels in Georgia, Persia etc. 1822.

†) SUIDAS in seinem Lexicon; PLINIUS, lib. II. c. 108, 109, lib. XXXV. c. 51.

man Erdölquellen bei Amiano in Parma, am Monte Zibio bei Modena, am Monte Ciaro bei Piacenza, auf der Insel Zante, im Bezirk Dardagny und Chalex im Canton Genf, und an einigen andern Orten. Um *Baku* liefern die zahlreichen Erdölbrunnen jährlich bei 32,000 Pfund farbloses Steinöl und bei 10 Millionen Pfund schwarzes Erdöl. Die Brunnen der Insel *Tschelekin* im Caspi-Meer geben jährlich über 6 Millionen Pfund Steinöl. Im Lande der Birmanen sind im Thal des *Irawadi* einige hundert Steinölbrunnen, die jährlich über 8 Millionen Centner Naphtha liefern.

Gasquellen.

Seit 900 Jahren ist das *ewige Feuer*, oder *Atesch-gah* der Indier, bei Baku bekannt. Es wird durch ein brennbares Gas, durch *Kohlenwasserstoffgas* ($= CH_2$) unterhalten, das, wo das heutige Klostergebäude steht, welches Derwische bewohnen, an vielen Stellen in einem ununterbrochenen Strom aus dem Boden hervordringt. Die Mönche sorgen für Erhaltung des Feuers, zünden des Nachts die Gasströme an, die aus Röhren, welche das Gebäude überragen, ausfliessen und deren grosse Flammen den Schiffern auf dem Caspi-Meer als Pharos dienen *).

In China sind, nach den Mittheilungen des französischen Missionars Imbert, zahlreiche *Feuerbrunnen*, d. h. Ausströmungen von brennbarem Gas, seit vielen Jahrhunderten bekannt. Sie werden durch Bohrarbeiten hergestellt, durch welche man auch oft gleichzeitig Salzsoolen erschrotet. Das Gas, welches gleichfalls Kohlenwasserstoffgas von der Zusammensetzung der Sumpfluft ist, wird zur Beleuchtung und zum Versieden der Salzsoolen verwendet. Ein solcher Gasstrom von ungewöhnlicher Stärke und mit Brausen aufsteigend, soll einst in *Sutschuan*, 6 Meilen südwestlich von der jetzigen Stadt *Khiung-tscheu*, vom zweiten bis zum dreizehnten Jahrhundert unserer Zeitrechnung fortgebrannt haben **).

In Nordamerika hat man bei *Fredonia* am Erie-See durch eine Bohrarbeit einem Strom von brennbarem Gas den Austritt

*) Eichwald, Reise auf dem caspischen Meere und in den Caucasus. I. Bd. VII. Cap.

**) A. v. Humboldt, Fragmente einer Geologie und Klimatologie Asiens. Deutsche Uebersetzung 1832. S. 89 ff.

geöffnet. Es quillt aus den schwarzen Schiefern der devtonischen Formation hervor, wird in einem Gasometer gesammelt und zur Strassenbeleuchtung verwendet. Aus diesen schwarzen Schiefern tritt in der Nähe des See-Ufers, in grösserer Entfernung vom Gasometer, überall Kohlenwasserstoffgas heraus, wo man in dieselben einbohrt *).

Im Frühjahr 1840 bemerkten Arbeiter in einem Gypsbruch des *Burgerholzes* im Canton Freiburg, ziemlich hoch an den aus dem *Schweizerischen Gurnigel-Sandstein* oder *Macigno* bestehenden *Käse-Bergen* einen Wind, der mit Heftigkeit aus Felsspalten hervordrang. Als sie sich der Stelle mit einem brennenden Holze näherten, entstand eine Flamme. Die Untersuchung des Gases lehrte, dass es Kohlenwasserstoff ist **). Die Ausströmung dieses Gases steht, wie in China, so auch in anderen Ländern, mit Salzsoolen oder mit Steinsalz in Verbindung. In Deutschland hat man beim Niederschlagen von Bohrlöchern, in der Absicht, vermittelst derselben Salzsoole zu gewinnen, mehrfältig solche Ausströmungen beobachtet. Auf der Saline zu *Rheine* in Westphalen entwickelt sich aus einem 30 Fuss tiefen Bohrloch das brennbare Gas in solcher Menge, dass es, durch eine Röhre gefasst und in ein Wohnhaus geleitet, dort zum Beleuchten und Kochen verwendet werden kann. Es besteht vorzüglich aus Sumpfluft (CH_2) und hat nur eine geringe Beimengung von Leuchtgas (CH). Die Schichten, aus denen es hervordringt, bestehen aus schwarzen Lias-Schiefern ***). Die Mineralquellen von *Telso Bayom* in Siebenbürgen werden von Strömen brennbaren Gases begleitet. In der Steinsalzgrube *Ludovici* zu *Szlatina*, im Comitat *Marmarosch*, brach 1826 brennbares Gas aus einer Kluft des im Steinsalz eingeschlossenen Thonmergels hervor. Das sogenannte *Knistersalz* von *Wieliczka* in Gallizien schliesst in kleinen Höhlungen brennbares Gas ein, durch dessen Ausdehnung das Salz unter Knistern zersprengt wird.

Bei einer Bohrarbeit im Nordamericanischen Staate Ohio, die man in der Nähe des Erie-Sees, zu *Rocky-Hill*, auf Stein-

*) Lyell, Reisen in Nordamerica. Deutsch. Halle 1846. S. 260.

**) Studer, neues Jahrb. für Mineralogie 1840. S. 461.

***) Egen, in Karsten's Archiv, Bd. XIII.

salz führte, fiel der Bohrer in einer Tiefe von 197 Fuss in eine offene Kluft. Es stieg sogleich Soole auf, die mehrere Stunden anhaltend überfloss; dann aber folgte brennbares Gas, das mit grosser Gewalt aus dem Bohrloch hervordrang, und, als es angezündet wurde, alles zerstörte, was es erreichen konnte *). Ein brennbares Gas, das sich aus dem Bohrloch eines artesischen Brunnens bei Lieberge im Schaumburgischen entwickelte und mit bläulicher, an der Spitze gelber Farbe verbrannte, bestand aus 79 Procent Sumpfluft, mit einer Beimengung von etwas Leuchtgas und Kohlensäure. Es stammte ohne Zweifel von Kohlenlagern ab. Die Quelle des brennbaren Gases, das mit Steinsalz und Salzsoolen in Verbindung steht, kann nicht mit Zuverlässigkeit angegeben werden. Dagegen weiss man, dass das brennbare Gas der Kohlengruben, welches die gleiche Zusammensetzung zeigt und nach seinem Vorkommen *Grubengas* genannt wird, seinen Ursprung in den Kohlenlagern hat und ein Product der Verwesung organischer Stoffe ist.

Ausströmungen von *kohlensaurem Gas* sind die allerhäufigsten. Dieses Gas ist ebenfalls ein Product der Zersetzung organischer Substanzen und bildet sich vorzüglich bei der Vermoderung der Holzfaser und aller vegetabilischen Körper, d. i. bei derjenigen Zersetzung, welcher dieselben bei Gegenwart von Wasser und *gehindertem* Zutritt der Luft erleiden. Wir sehen daher Kohlensäure immer da auftreten, wo Hölzer der Umwandlung in *Braunkohlen* unterliegen, und treffen dieses Gas auch in den Braunkohlenwerken. Dies zeigt an, dass die eigenthümliche Zersetzungsweise der Hölzer, auch bei den schon in Braunkohlen umgewandelten, immer noch fortdauert. Wir treffen daher Ausströmungen von kohlensaurem Gas vielfältig in der Nachbarschaft oder unmittelbaren Nähe von Braunkohlenlagern. Hier geben sie oftmals die Veranlassung zur Bildung von Säuerlingen, indem die Gasströme mit Quellen von süssem Wasser zusammentreffen.

Die an Kohlensäure überaus reiche *Schwalheimer* Mineralquelle, liegt in geringer Entfernung von den Braunkohlenlagern von *Dorheim* und bildet sich auf dem Platze selbst aus süssem Wasser, was von unten kömmt und aus kohlensaurem Gas,

*) De la Beche, Geological Manual 1833. p. 153.

was von der Seite zuströmt. Auf dieselbe Weise bildet sich der berühmte *Fachinger* Brunnen. *)

Am häufigsten sind aber Ausströmungen von Kohlensäure in vulkanischen Gegenden, in den Umgebungen thätiger Vulkane, wie es die zahlreichen *Mofetten* des Vesuvs und die *Hundsgrotte* bei Neapel zeigen. Aber auch in den Bezirken erloschener Vulkane, im plutonischen Gebirge, und da wo ungeschichtete Massen aufgestiegen und in den Schichtenverband eingedrungen sind, so wie in Erhebungsthälern treffen wir zahlreiche Quellen von Kohlensäure an.

Die altvulkanische Gegend des *Brohlthals* am linken Rheinufer und die Umgebung des *Laacher* Sees sind in dieser Beziehung die interessantesten in Deutschland. Im Brohlthal sind solcher Gasquellen so viele und so reichhaltige, wie kaum anderswo. Der Chemiker G. Bischof hat sie genau untersucht **) und ihre Anwendung zur Bereitung kohlensaurer Verbindungen und namentlich zur Darstellung von Bicarbonaten eingeführt. Aus einer einzigen dieser Kohlensäure-Quellen entwickeln sich in 24 Stunden 600 Pfund Gas; also in einem Jahre 219,000 Pfd. Die gesammten Kohlensäure-Ausströmungen in den Umgebungen des *Laacher* Sees schlägt Bischof täglich auf 600,000 Pfund an, was in einem Jahr also 219 Millionen Pfund ausmacht.

Im *Eifeler*-Gebirge sind zwei ausgezeichnete Quellen von Kohlensäure. Die eine davon liegt an der *Kyll*, beinahe *Birresborn* gegenüber und ist unter dem Eifeler Namen *Brudeldreis* bekannt, was so viel als eine sprudelnde oder kochende Quelle bedeutet; die andere befindet sich unfern Trier, in der Gegend von *Hetzerath* und heisst *Wallerborn*, d. h. aufwallender Brunnen. An beiden Orten strömt aus Spalten einer beckenförmigen Vertiefung mit Heftigkeit Kohlensäure hervor. Die Gasentwickelung dauert ununterbrochen fort und gibt sich beim Brudeldreis durch einen Luftstrom zu erkennen, der nach Nöggerath, welcher auf diese Gasquellen aufmerksam macht, an der vorgehaltenen Hand dieselbe Empfindung bewirkt, wie der aus einem Gebläse ausgepresste Luftstrom. Kleine Thiere, Mäuse,

*) Liebig, die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Fünfte Auflage. 1843 S. 457.

**) G. Bischof, in Schweiggers Jahrb. d. Ch. u. Phys. 1825 Bd. I.

Vögel, die sich in die Becken dieser Quellen begeben, während sie trocken sind, kommen darin um. Sammelt sich darin Regenwasser, so bewirkt der hervordringende Strom von Kohlensäure ein starkes Sprudeln und Blasenwerfen, das beim Brudeldreis von einem weit hörbaren Getöse begleitet ist.

Unter den im *Schwarzwald* bekannten Sauerquellen ist *Rippoldsau* dadurch ausgezeichnet, dass seine kohlensäurereiche Quelle durch die Spalte eines Kupfererzganges aufsteigt und von vielen seitlichen Ausströmungen von kohlensaurem Gas begleitet ist, von denen man mehrere vom Bette des Wolf-Baches durch das Wasser aufsteigen sieht.

Hoffmann *) hat nachgewiesen, wie im nordwestlichen Deutschland, *Sauerquellen* und Kohlensäure-Ausströmungen mit *Erhebungsthälern* in Verbindung stehen und diess bei *Pyrmont*, *Meinberg* und *Driburg* nachgewiesen. Pyrmonts *Dunsthöhle* ist bekannt. In Süddeutschland sehen wir Aehnliches im *Erhebungsthal von Stuttgart und Canstadt*, wo die zahlreichen Säuerlinge aufsteigen. **)

Auf *Java* befindet sich das gefürchtete *Giftthal* oder *Todesthal*, „Guevo Upas" in der Sprache der Eingebornen. Es ist eine ovale, kesselfömige Vertiefung von einer halben englischen Meile Umfang, 30 bis 35 Fuss Tiefe, hat einen ebenen Grund, ist ohne alle Vegetation und bis zu einer gewissen Höhe mit Kohlensäuregas angefüllt. Es liegen viele Skelette von Menschen und von verschiedenen Thieren, von Tigern, Schweinen, Hirschen u. s. w. auf dem Grunde, die beim Eintritt in die Gasschicht darin umgekommen sind. In einer Höhe von ungefähr 18 Fuss über dem Boden ist die obere Fläche der Kohlensäure-Schicht und die Luft hier nicht mehr gefährlich. ***)

Nach den Beobachtungen von Voskoboinikov befinden sich in Armenien reiche Sauerquellen und Gasausströmungen in der Nähe der Festung Diadine am Euphrat. Die Kohlensäurequellen sind sehr zahlreich und strömen zum Theil mit grosser Heftig-

*) Poggendorf, Ann. XVII.

**) Walchner, Darstellung d. geol. Verh. der am Nordrande des Schwarzwaldes hervortretenden Mineralquellen. 1843.

***) Läudon, Journal of Geographical Society vol. II. De la Beche, Geolog. Manual q. 155.

keit aus Kalksteinspalten hervor. Ihr schädlicher Einfluss hat hier einen Schwefel-Bergbau zum Erliegen gebracht. *)

Salzabsätze aus Seeen.

Viele kleinere Seee setzen in Folge der Verdunstung oder Austrocknung *Salze* ab, welche in ihrem Wasser gelöst sind. Der gewöhnlichste Salzabsatz ist der von *Kochsalz, Chlor-Natrium*; der gebräuchliche Namen für solche Gewässer, *Salzseen*. Eine sehr grosse Zahl von Salzseen liegt zwischen dem Jaik und der Wolga, in der niedrigen barabinischen und irtischischen Steppe und in der Krym. Aus ihnen setzt sich alljährlich eine ausserordentliche Menge Kochsalz ab. Aus den

In 100 Gewichtstheilen

Wasser vom	Chlor-natrium.	Chlor-magnium.	Schwefelsaure Talkerde.
Elton-See ***)	13.124	10.542	1.665
Die Charysacha am Eltonsee	4.0650	0.5200	0.2827
Bitterer Bach am Eltonsee	1.6834	0.1646	—
Bitterer See unweit des Eltons.	1.0219	Spur.	0.2216
Kamysch-Samara-See . .	0.0283	Spur.	—
Stepanova-See	22.4327	0.9051	0.6868
Inderskischer See . . .	23.9275	1.7355	0.3464
Salzbach, daran	2.7595	0.0671	—
Bitterer See am Kigatsch .	10.5387	9.9124	8.2201
Bogdo-See	18.9997	5.4349	—
Salzsee am Arsargar . .	17.8039	0.1719	0.0765
RotherSee b. Perekop i. d. Krym	17.5045	17.9537	—
Salzsee Tusly bei Kosloff .	18.12	5.73	2.3
Das faule Meer oder d. Siwasch	14.2011	1.9265	1.2105
Salzsee Tschakarakskoi bei Kertsch	18.1039	4.2011	4.2011

*) Boué, mem. geolog. t. I. 1832.

**) Auf Kali und Brom sind nur die wichtigsten Wasser untersucht worden, obwohl sie in allen Salzseen vorkommen werden. Das Wasser des Elton-Sees enthält 0.222 Chlor-Kalium, das des inderskischen Sees 0.1014, das des Bogdo-Sees 0.1992, das des Tusly-Sees 0.62,

***) Auch G. Rose hat das Wasser des Elton-Sees analysirt. Er fand:

Steppen-Seen allein wird schon seit langer Zeit alljährlich weit über 1 Mill. Pud Salz gewonnen. Der Salzgehalt stammt aus dem Boden ab, in welchem die Seen liegen und wird auch vielen Seen durch Quellen und kleine Bäche zugeführt.

Viele solche Seee enthalten neben Kochsalz auch *Chlor-Magnium und schwefelsaure Bittererde*; ihr Wasser schmeckt salzig-bitter. Man nennt sie *bittere Seee.* Auch einige Flüsse jener Steppen führen salziges Wasser.

F. GÖBEL hat das Wasser der wichtigsten Salzseen und Salzbäche in der Kirgisensteppe und der Krym analysirt. Die Resultate der Zerlegung sind:

Wasser sind enthalten: **)

Gyps.	Brom-magnium.	Chlor-Calcium.	Schwefelsaures Natron.	Menge der trockenen Salze.	Specifisch. Gewicht bei 14° R.
—	0.007	—	—	25.656	1.21879
0.1238	—	—	—	5.125	1.03515
—	—	0 2068	—	2.0548	1.01520
0.1416	—	—	0.5992	1.9843	1.01578
0.0367	—	0.0753	—	0.1421	1.00097
0.0462	—	—	—	24.0708	1.20749
0.0421	0.0045	—	—	26.1575	1.20769
0.2694	—	0.0559	—	3.1519	1.03472
0.0280	0.0065	0.9889	—	28.6712	1.26881
—	—	—	—	25.657	1.23650
0.0421	—	1.7661	—	18.0944	1.15176
—	—	—	—	37.2243	1.33122
0.33	—	—	—	27.10	1.23413
—	—	—	—	—	1.13988
—	—	—	—	27.23	1.26450

Chlor-Natrium	3.83
Chlor-Kalium	0.23
Chlor-Magnium	19.75
Schwefelsaure Talkerde	5.32
	29.13

Die Verschiedenheit des Gehalts an Kochsalz und Chlor-Magnium, welche diese Analyse gegenüber der von GÖBEL zeigt, hat ihren Grund wohl darin, dass ROSE das im Herbst, GÖBEL aber das im Frühjahr gleich nach dem Schneeschmelzen geschöpfte Wasser analysirte, dessen Salzgehalt wohl nach den Jahreszeiten und nach der Temperatur schwankt.

Der seichte *Elton-See* ist vermöge seines Salzreichthums der wichtigste. Er versorgt einen grossen Theil von Russland mit Salz und liefert in manchem Jahr 4,500,000 Pud.

Die *Charysacha* ist unter den vielen Quellen und Flüsschen, die sich in den Elton-See ergiessen, der einzige Zufluss, der im Sommer nicht austrocknet und wahrscheinlich die Mutter dieses Sees.

Der *Inderskische Salzsee*, kreisrund, kleiner als der Elton, nimmt ebenfalls zahlreiche Salzquellen und Bäche auf und ist für die uralischen Kosacken von höchster Bedeutung, da er ihnen einen grossen Theil des Salzes liefert, welches sie zum Einsalzen der Fische gebrauchen.

Der *Salzsee* am *Kigatsch*, ein Arm, durch welchen sich die Wolga in das Caspische Meer ergiesst, ist ein *Bittersalz-See*. In der Nähe desselben liegen noch 17 ähnliche, die man jetzt unter dem Namen der *Karrduan'schen* Salzseen begreift (der Name *Karr-duan* ist tartarisch, von *Karr* Schnee und *duan* thauen, und soll daher kommen, dass auf der hohen Steppe kein Schnee haftet. Das Salz dieser Seen wurde vormals für die Apotheke zu Astrachan gesammelt, dort gereiniget und unter dem Namen *Sal catharticum astrachanense* verkauft. Es besteht nach F. Göbels Analyse aus 41.00 schwefelsaurem Natron, 31.18 schwefelsaurer Bittererde, mit einer Beimengung von 0.33 Chlor-Magnium, 1.75 Gyps- und Sandkörnern und enthält 21.56 Wasser. Diese Zusammensetzung entspricht einem Doppelsalz von 1 Atom schwefelsaurem Natron und 1 Atom schwefelsaurer Bittererde mit 4 Atom Wasser.

Der *Salzsee* am *Arsargar*, diesseits des Urals, zwischen diesem und der Wolga, ist einer der grössten und reinsten dieser Gegend. Seine Umgebungen bestehen, wie diejenigen des *Inderskischen* Sees, jenseits des Urals, aus Hügeln von Thon, Mergel und Gyps. Der *Arsargar*, im Osten des Sees, ist eine aus diesen Bildungen zusammengesetzte Steppe, in welcher, wie im Inderskischen Gebirge, viele Einsenkungen und Erdfälle liegen.

Der *Salzsee Tusly* liegt unfern der grossen Strasse von Sympheropol, der Hauptstadt der Krym, nach Eupatoria, dem ehemaligen Kusloff und ist schon seit Jahren durch seine Schlammbäder berühmt, zu denen der salzige Schlammboden an seinen, im Sommer theilweise austrocknenden Rändern benutzt wird.

Der *Siwasch* oder das *faule Meer*, an der Ostküste der Krym, ist nur durch eine schmale Landzunge (eine *Nehrung*, wie sie an der Ostsee zahlreich sind) von dem Azowschen Meer getrennt, welche eine Länge von 110 Werst hat, im Süden bei der ehemaligen Festung Arabat anfangt und sich bis an die Nogaische Steppe, bis *Jenitsche* erstreckt, allwo ein enger Canal das Meer mit dem Siwasch verbindet. Seinen Namen hat das faule Meer von dem abscheulichen Geruch, den es ausgibt, ein Gemisch von Schwefelwasserstoff mit den eigenthümlichen Ausdünstungen, welche austrocknende schlammige Ufer von Salzseeen ausstossen, die man nicht genau beschreiben kann. Auch das Wasser selbst riecht nach Schwefelwasserstoff, welches sich auf Zugiessen von Salzsäure noch reichlicher entwickelt. Der Grund dieses Geruches liegt in einem kleinen Gehalt von Schwefel-Calcium und in der Gegenwart organischer stickstoffhaltiger Substanzen, die in fortwährender Zersetzung begriffen sind.

Von eigenthümlicher Art ist der Salzabsatz in den *Limans*, an der Bessarabischen Küste des schwarzen Meeres *). Von der Mündung der Donau bis zu der des Dniepr ist es eine bei allen Strömen und Flüssen vorkommende Erscheinung, dass sie sich vor ihrer Ausmündung in das Meer zu einem grösseren oder kleineren Landsee oder Binnensee erweitern, welcher von dem Meer durch einen Damm getrennt ist, und dass der Abfluss durch eine in diesem Damm befindliche Oeffnung der Ausmündung stattfindet. Diese stehenden und seeartigen Wasseransammlungen vor dem Ausfluss der Flüsse in das Meer (Mündungsbuchten, S. 379.), nennt man an jener Küste den „*Liman*" des Flusses. Er stimmt in der Hauptsache mit einer Lagune überein, hat aber doch Eigenthümlichkeiten, die ihn davon unterscheiden. Nicht nur die grossen Flüsse Dniester, Dniepr und Bug haben solche seeartige Erweiterungen an ihrem Ausfluss; auch die kleineren Flüsse, Krjalník, Teligul und Kagulnik, so wie die kleinsten Flüsse und Bäche haben sie in jener Küstengegend, so dass es dort an den Mündungen der in's Meer fallenden Gewässer *Limans* von allen Grössen gibt. Man sieht sie von den meerartig und fast unübersehbar sich

*) J. G. Kohl, Reisen in Südrussland, I. und II. Theil. 1841. Daraus in Karsten's Archiv, Bd. XVII., Heft 2.

ausbreitenden Limans des Dniester und Dniepr bis zu den allerkleinsten Limans, bei denen aber nichts desto weniger keines der charakteristischen Kennzeichen fehlt.

Der Boden der Limans ist gewöhnlich völlig flach und eben, und nur nach der Mitte hin unmerklich vertieft. Seine Masse ist in der Regel ein fester, thoniger, schwarzer Morast, dessen Hauptbestandtheil Ackererde ist, welche von der Steppe abstammt und durch die Gewässer des Limans abgesetzt worden ist. Dieser flache Boden erhebt sich zu beiden Seiten ein wenig zu den Grenzen und Gehängen des Limanbettes. Die Gehänge sind mit Gras bewachsen, erheben sich anfangs etwas rasch, biegen aber dann allmählig um, zu ganz sanft ansteigenden Seiten. Die vor den Limans, zwischen diesen und dem Meer liegenden Dämme (Barren, Riegel) nennen die Russen „*Peressip*," weil man darauf gehen kann. Diese Dämme, wahre Fuhrten, die man an der Ostsee Nehrungen nennt (S. 406), sind gewöhnlich schmale, 50 bis 100 Ellen breite, sehr niedrige und flache, sandige, zum Theil mit Gras bewachsene Landstreifen. Bei den grossen Flüssen sind sie breiter. Auch haben die Limans grosser Flüsse jederzeit eine beständige Oeffnung im Peressip, „*Girl*" genannt, vermittelst welcher bald die süssen Wasser hinaus, bald die salzigen einfliessen. Viele kleinere Limans sind ganz geschlossen und geben den Ueberschuss ihres Wassers nur durch Verdunstung ab. Bei kleineren Limans, die im Sommer austrocknen, verstopfen sich oft die Oeffnungen, verändern auch häufig ihre Lage, indem die Liman-Wasser bald hier, bald dort ausbrechen, oder das Meer einbricht. Denn alle jene Vorgänge, welche die Barrenbildung veranlassen, S. 379, wiederholen sich bei manchen kleineren Limans täglich, nämlich das Eindringen des Meeres, der Kampf der süssen und salzigen Wasser, das Einstürzen der Ufer, der Schlammabsatz, das Aufwerfen von Sand gegen den Peressip. Bei einigen Girls befinden sich Brücken, bei anderen Fuhrten.

Ein grosses Interesse gewähren die Limans dadurch, dass sie einen Theil des südlichen Russlands mit Salz versehen. Die grossen Limans des Dniesters und des Dniepr, so wie die kleineren, von Odessa aus nach Osten liegenden Limans können in der Regel nicht zur Salzgewinnung benützt werden. Am vortrefflichsten sind dagegen die drei Bessarabischen Limans, die von Odessa aus nach Südwesten liegen. Am al-

lerbesten ist alle Sommer der sogenannte Dusle Liman. Er fängt schon im Juni an, sich von seinen Ufern zurückzuziehen und das Salz in kleinen Krystallen abzusetzen. Im Juli verstärkt sich dieser Salzabsatz und wird gewöhnlich gegen Ende des Juli so bedeutend, dass es sich alsdann der Mühe lohnt, das Salz zu sammeln. Es beleben sich jetzt die sonst öden Ufer des Limans. Die Krone sieht sich als Eigenthümerin des zu gewinnenden Salzes an. Sie überlässt aber auch Privaten einzelne Plätze am Liman gegen eine gewisse Abgabe.

Das Salz liegt nahe am Ufer nur in sehr kleinen Krystallen $^1/_2$ bis 1 Zoll hoch, weiterhin 3 bis 4 Zoll und gegen die Mitte ist die Salzschicht oft einen Fuss dick.

Der *Teligul*'sche Liman, der südwestlichste, ist über 10 Meilen lang, 2 bis 3 Werste breit. Der *Kujalnik*-Liman liegt mit seiner Mündung nahe bei Odessa, sein äusserstes Ende aber 50 Werste von der Stadt entfernt landeinwärts. Er ist zwar salzig, gibt aber in der Regel kein Salz, weil er sich im Sommer nur wenig von seinen Ufern zurückzieht. In dem heissen und trockenen Jahr 1824 war indessen die Verdunstung des Wassers so stark, dass auch dieser Liman sich bedeutend zusammenzog, seine innere Landspitze auf 4 Werst Länge und 3 Werst Breite völlig austrocknete, und dabei die schönste und reichste Salzernte zurückliess. Sie wurde von allen Seiten her mit grosser Hast betrieben, da die Regierung diesen nur ausnahmsweise Salz liefernden Liman bisher frei liess und nun Jedermann ein Recht zu haben glaubte, das von Gott geschenkte Salz in Besitz nehmen zu können. Es strömte eine solche Menschenmasse herbei, dass den vielen Tausenden von Arbeitern die Lebensmittel ausgingen, und man, um sich diese zu verschaffen, das gewonnene Salz um die niedrigsten Preise verkaufte. Man konnte ein Fuder Salz (30 Pud) um 5 Rubel kaufen, das Pfund also für einen halben Kopeken oder noch nicht einmal einen halben Pfennig. Viele Menschen kamen im Schlamm des Limans um's Leben. Hintendrein erklärte die Krone, dass das Salz ihr gehöre und dass die Leute, die Salz gesammelt hätten, dasselbe nicht nur ersetzen, sondern auch Strafe erlegen müssten. Der kleine Kujalnik-Liman mündet kurz vor Odessa in's Meer. Sein Peressip ist sehr flach und dabei sehr breit. Der nach dem Liman zu liegende Theil ist eine mit grossen Feldern von Salzkräutern bedeckte Sandfläche. Die andere Seite,

nach dem Meere zu, wird von einer Vorstadt von Odessa eingenommen, die selber auch Peressip heisst und zwei Werste lang ist. Es vereinigen sich hier die beiden grossen Verkehrsstrassen, die nach Odessa führen, die Strasse aus Podolien und Polen, und die Strasse aus der Krym und aus dem Innern Russlands. Dadurch ist dieser Peressip voll Leben.

Die drei salzreichsten Bessarabischen Limans liefern jährlich einige Millionen Pud Salz. Im Jahr 1826 gaben sie über 6 Millionen Pud. Ihr Salz befriediget den grössten Theil des Bedürfnisses der Dniepr-Gegenden.

Ein besonderes Interesse, namentlich aber in chemischer Beziehung, bieten die *Natron-Seen* Unteregyptens dar. Sie liegen nach Russegger *) in einem fast eine deutsche Meile breiten Thal, die Wüste des heiligen Makarius genannt, nach einem dort sich befindenden griechischen Kloster dieses Namens. Dieses Thal wird einerseits durch den östlichen Abfall der lybischen Wüste, andererseits von einem Höhenzug eingeschlossen, der dasselbe von dem tiefen Thal Bacher-bela-maa trennt, das den Sandfang gegen die lybische Wüste bildet und das Nilthal schützt. Die sechs *Natron-Seen* liegen in der Thalsohle, ziehen sich in der Richtung von S.O. nach N.W. hin, haben einen nicht unbedeutenden Umfang, ganz geringe Tiefe und sind von einer kräftigen Vegetation von Schilf umgeben. In der trockenen Jahreszeit trocknen sie zum Theil ganz aus. Ihre Unterlage besteht aus einem wasserdichten, kalkhaltigen *Thon* von schwärzlich-grauer Farbe, der im Durchschnitt 20 Fuss mächtig, die unmittelbare Unterlage des Wüstensandes ausmacht. Er hat einen Salzgehalt, der aus Kochsalz und Glaubersalz besteht und eine starke Einmengung von Gyps. Aus diesem Thon laugen die Wasser die Salze aus, nach und nach, wesshalb die salzhaltigsten Seen immer diejenigen sind, welche nie ganz austrocknen. Das Wasser empfangen sie theils durch die Regenniederschläge während der Wintermonate December, Januar und Februar, theils vom Nil her, zur Zeit seines höchsten Wasserstandes. Die *Natron-Seen* liegen nämlich unter dem Niveau des höchsten Nilstandes. Das Natron-Thal hängt gegen Südosten vermittelst des Sandfanges Bacher-belamaa, mit dem Nilthal zusammen und so kann das Horizontal-

*) Reisen in Europa, Asien u. Africa. I. Abtheilung, Stuttgart 1841.

wasser des 15 Stunden entfernten Nils auf der Thonschicht in das Thal der Makarius-Wüste gelangen und die beckenförmigen Vertiefungen der Seen mit Wasser füllen. Damit hängt auch der nach der Jahreszeit verschiedene Wasserstand der Seen zusammen. Ihr Wasser vermindert sich im Beginn des Sommers und hat seinen niedrigsten Stand ziemlich zur Zeit des höchsten Nils. Da aber das Horizontalwasser lange Zeit braucht, bis es vom Nil aus zu den Natron-Seen gelangt, so steigt der Wasserspiegel der Seen erst dann, wenn der Nil schon wieder auf seinen tiefen Stand herabgekommen ist.

Von den sechs Seen werden vorzüglich nur die mittleren, „Birke el Duahr" genannt, auf Natron benützt. Zwischen ihnen liegt eine Niederlassung der Beduinen, „Sagig," zugleich der Sitz des Personals des Vicekönigs, das die Gewinnung des Natrons zu besorgen hat. Bei der Verdunstung derjenigen Seen, deren Wasser lange Zeit auf den Thonboden eingewirkt und dabei viel Salz aufgelöst hat, hinterbleibt beim Austrocknen eine dicke, oftmals einige Fuss starke Salzkruste. Diese sogenannte *egyptische Soda* enthält nach LAUGIER:

Kohlensaures Natron . . .	22.44
Kochsalz	38.64
Glaubersalz	18.35
Wasser	14.00
Unreinigkeiten	6.00
	99.43

Die unreine Salzmasse wird zum Theil roh verkauft, theils mit dem Sand der Wüste vermengt, an Glasfabriken abgegeben, namentlich an die Glasperlen-Fabriken auf Murano zu Venedig. Der grösste Theil wird aber durch Auflösen und Krystallisiren gereiniget; das Product ist eine ziemlich gute Soda. Die Arbeit wird ohne Anwendung von Brennmaterial geführt. Die Wärme der lybischen Sonne ersetzt es.

In Ungarn liegen bei Debretzin einige Natronseen. Ihr Absatz wird als Handelswaare gesammelt.

Als *Sesquicarbonat,* anderthalb-kohlensaures Natron, setzt sich kohlensaures Natron aus einigen Seen der Provinz Sukena in Fezzan ab und wird unter dem Namen *Trona* in den Handel gebracht. Die gleiche Zusammensetzung hat das Natronsalz *Urao,* das sich nach BOUSSINGAULT in Centralamerica aus einem

See ablagert, der bei dem Indianerdorf Lagunilla, unfern Merida liegt.

Hebungen und Senkungen des Bodens.

Erdbeben bewirken öfters *rasche Hebungen* und *Senkungen* kleiner Theile der festen Erdrinde. Von ganz ausserordentlicher Art und eine der grossartigsten Erscheinungen rascher Hebung einer grossen Erdfläche, ist die Erhebung der Küste von Chili während eines Erdbebens im November 1822 *). Sie wurde auf eine Erstreckung von mehr als 200 Meilen in kurzer Zeit um 3 bis 4 Fuss in die Höhe gehoben. Eine ähnliche rasche Hebung erlitt diese Küste im Februar 1835 **). In weit grösserem Massstabe als die immerhin noch localen raschen Hebungen und Senkungen, im Gefolge von Erdbeben oder hervorgebracht durch locale vulcanische Thätigkeit, erscheinen die *allmähligen Hebungen* und *Senkungen* ganzer Länder.

In dieser Beziehung bietet *Scandinavien* ein besonderes Interesse dar, weil man dort zuerst diese Verhältnisse richtig beobachtete und die erhaltenen Resultate zu ähnlichen Untersuchungen in anderen Ländern führten. Von älteren Zeiten her hat man an den Schwedischen Küsten eine Abnahme des Wassers der Ostsee bemerkt. Sehr genaue Wasserzeichen, welche schon vor einem Jahrhundert in Felsen an der Küste gehauen wurden, gaben auf das Bestimmteste zu erkennen, dass das Wasser ehemals höher stand als jetzt. Der Schwedische Physiker Celsius wollte darin ein allmähliges Sinken des Spiegels der Ostsee erkennen und suchte dadurch die beobachtete Abnahme des Wassers zu erklären ***). So richtig nun auch die Beobachtung der Abnahme des Wassers der Ostsee war, ebenso unumstösslich war auch auf der andern Seite die Beobachtung, dass in den Häfen der französischen und englischen Küsten das Niveau des atlantischen Meeres sich seit Julius Cäsars Zeiten nicht verändert hat. Es war also klar, dass das Niveau der Ostsee, welches von dem des Weltmeeres abhängt, sich auch nicht geändert haben könne. Als Ursache seines veränderten

*) Ch. Darwin, Lond. Edinb. philos. mag. 1837. p. 101.

**) R. E. Alison, ebend, 1835. Heft 8. p. 74.

***) Abhandl. der Schwed. Acad. d. Wissensch. von 1743. Bd. V. Seite 25 ff.

Standes konnte mithin nicht das *Sinken* der Wassermasse betrachtet werden. Dieser Umstand entging Leopold v. Buch nicht, als er auf seiner Reise durch einen grossen Theil von Scandinavien die Verhältnisse der scheinbaren Abnahme des Wassers selbst beobachtete. Er gewann die Ueberzeugung, dass die wahre Ursache der scheinbaren Senkung der Oberfläche der Ostsee eine *allmählige Erhebung* des Landes sei, und sprach 1807 zuerst aus, dass *ganz Schweden*, von Frederikshall bis Åbo seit langer Zeit und bis auf den heutigen Tag in einer *allmähligen Erhebung*, in einer *aufsteigenden Bewegung* begriffen sei *). Der gleiche Ausspruch Playfair's, den er in seiner Beleuchtung von Hutton's Theorie der Erde schon 1802 gethan hatte **), wurde erst später bekannt. Es wurden nun in Schweden, nachdem die Aufmerksamkeit auf diese wichtige Erscheinung gelenkt worden war, zahlreiche Marken in die Felsen an der Küste eingehauen, behufs der genauen Beobachtung jeder Veränderung des Wasserstandes. Hällström und Bruncronà brachten eine Menge Beobachtungen über die allmählige Erhebung des scandinavischen Landes bei, und letzterer führte im Jahr 1820 eine Revision aller Wasserzeichen aus, deren Resultat der Schwedischen Academie vorgelegt wurde. Es hatte sich ergeben, dass die allmählige Erhebung Schwedens in einem Zeitraum von 100 Jahren im Durchschnitt 4,26 Fuss beträgt.

Die grossartige Erscheinung veranlasste 1834 Lyell, dieselbe an Ort und Stelle einer allseitigen Prüfung zu unterwerfen. Das Resultat war eine vollkommene Bestätigung des Ausspruchs von Leop. v. Buch. Ziemlich übereinstimmend mit Hällström und Bruncrona fand Lyell eine mittlere Erhebung von 3 Fuss in einem Jahrhundert Zu gleicher Zeit machte er aber aufmerksam auf die höchst interessante Thatsache, dass die Schwedische Ostseeküste, seit Menschen sie bewohnen, einmal tief *gesunken* und hierauf wieder *erhoben* worden sein müsse. Die Beweise dafür zeigen sich unfern Stockholm im Thale bei *Södertelje.* Hier liegen Schichten von Muscheln, die jetzt noch in der Ostsee leben, 90 Fuss über ihrem gegenwärtigen Spiegel,

*) Reise durch Norwegen und Lappland. Bd. II. S. 291.

**) Illustration of the Huttonian theory of the earth in der französischen Uebersetzung, die 1815 unter dem Titel: Explication de Playfair sur la théorie de la terre par Hutton erschienen ist, 21. Anmerkung.

in einer Mächtigkeit von mehr als 60 Fuss. Als man bei der Anlage des Canals von Södertelje diese Schichten an vielen Punkten durchschnitt, fand man in ihnen die Ueberreste von alten Kähnen, einen Anker und eiserne Nägel. Im untern Theil des Canals wurde nach Angabe CRONSTRAND's, in 64 Fuss Tiefe, mitten in einer feinen Sandschicht eine Hütte gefunden, bestehend aus 4 hölzernen, im Viereck verbundenen Wänden. Auf dem Boden der Hütte lag ein Kreis von Steinen und in seiner Mitte Kohlen und Brände, daneben Scheite von Kieferholz. Das Gebäude hatte etwa 8 Fuss in Gevierten und schien eine Fischerhütte gewesen zu sein, die nur während des Fischfangs benützt wurde. Die Schichten, in welche sie begraben ist und die darüber liegen, beweisen durch die Muscheln, die sie enthalten, dass sie *im Meere* abgesetzt worden sind. Daraus folgt aber nothwendig, dass die Hütte einige Zeit *nach* ihrer Erbauung 64 Fuss tief *unter den Meeresspiegel gesunken* sein muss. Hier wurde sie nach und nach mit einer eben so starken Decke von Meeresschichten überschüttet bevor die *Hebung* begann, durch die sie allmählich wieder in ihr gegenwärtiges Niveau gebracht wurde, welches dem des Meeresspiegels gleich ist. Hielt diese Hebung den gleichen Gang der gegenwärtigen ein, betrug sie nämlich alle 100 Jahre gleichmässig 3 Fuss; so muss sie vor mehr als zweitausend Jahren begonnen haben.

Die Schwedische Küste hat also bei Södertelje eine zweimalige Bewegung in entgegengesetzter Richtung erlitten; eine frühere *Senkung* und eine spätere *Hebung* und zwar seit sie von Menschen bewohnt ist, die Schiffe bauten und Eisen zu verarbeiten verstanden.

Die Beobachtungen, welche in Schweden bis zum hohen Norden hinauf, bis nach Tornea gemacht wurden, gaben das gleiche Resultat der allmähligen Erhebung des Landes, die jedoch an verschiedenen Stellen sich ungleich darstellt und ihre grösste Höhe bei 400 Fuss über dem gegenwärtigen Meeresspiegel zu haben scheint, indem die höchste bekannte Ablagerung mit Muscheln des jetzigen Meeres von EUGÈNE ROBERT *) bei Söderhamm in diesem Niveau gefunden wurde. An den Küsten von Finnland, wo auf den Vorschlag der Schwedischen Academie von Seiten des Russischen Marine-Departements

*) Bulletin de la societé géol. 1842 t. 13.

Beobachtungen angestellt wurden, erhielt man übereinstimmende Resultate. So ist die grossartige Erscheinung, dass die Schwedische und Finnländische Küste von der Grenze des nördlichen Schonens bis Torneå und von da bis herab nach Åbo sich *allmählig erhebt*, ausser allen Zweifel gesetzt.

Fragen wir nach den *Ursachen einer so wunderbaren Erscheinung*, so finden wir eine mächtig wirkende, zunächst in dem feurig flüssigen, *schmelzenden Zustand des Kerns der Erde*. Nach übereinstimmenden Erfahrungen, die man fortwährend bei artesischen Brunnen macht, nimmt die Wärme im obern Theil der Erdrinde im Durchschnitt mit einer senkrechten Tiefe von je 31 bis 32 Meter (104.3 bis 106.6 Bad. Fusse und 95—98, 4 französische Fusse) um 1° des huntertheiligen Thermometers zu. Geht die Wärmezunahme in einer arithmetischen Progression in die Tiefe fort, so sind 5 geog. Meilen unter der Oberfläche alle Steinmassen in feurigem Fluss. Bei der fortschreitenden Abkühlung des Erdkerns und der Erdrinde muss der Durchmeseer des Erdballs eine geringe, aber fortdauernde Verkürzung erleiden und dadurch eine *Faltung* oder *Runzelung* der starren Erdrinde entstehen, d. h. sie muss sich an gewissen Stellen *erheben* und an anderen *senken*. Die langsame Erhebung Scandinaviens kann also eine nothwendige Folge der säcularen Abkühlung der Erde sein. Eine zweite Ursache ist wohl die *ungleiche Wärmeabnahme* der einzelnen Theile der Erdrinde. In Ländern, die Vulcane und heisse Quellen haben, entweicht mehr oder weniger von der inneren Wärme durch dieselben; wo dagegen, wie in Scandinavien, diese nicht vorhanden sind, kann der ganze Wärmeverlust des Erd-Innern hauptsächlich nur durch Leitung erfolgen, im Verhältniss des Leitungsvermögens der festen Masse der Erdrinde. Dabei besteht offenbar ein ungleiches Verhältniss der Wärmeabnahme. Wird in Scandinavien die Erdwärme mehr zurückgehalten, als in anderen Ländern, wo sie auch durch Vulcane und heisse Quellen austritt, so wird sie eine Ausdehnung der festen Massen der scandinavischen Länder verursachen. Nehmen wir mit Bischof *) an, dass die zurückgehaltene Wärme ihre Wirkung auf die ganze Schicht zwischen der Oberfläche und dem Innern erstreckt, wo die Massen sich in

*) Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers S. 302 u. 303.

feurigflüssigem Zustand befinden, dass dies in einer Tiefe von 140,000 Fuss der Fall ist und dass die starre Schicht von dieser Stärke sich durch Wärme wie Steingut ausdehne: so würde eine durchschnittliche Zunahme der Wärme um 2°,9 R., während 100 Jahren, hinreichen, diese feste Schicht um 4,26 Fuss auszudehnen. Dies ist aber nach den von Hällström mitgetheilten Beobachtungen, die mittlerer Grösse der Erhebung der Schwedischen Küsten in einem Jahrhundert. *)

Eine mächtige Ursache der Hebung sind unstreitig die *elastischen Dämpfe*, welche das Innere der Erde einschliesst. So geschlossen und wenig zerklüftet Scandinaviens Erdrinde auch sein mag, so können doch Wasser, die spärlich in die Tiefen des heissen Erdinnern hinabfliessen, dort in Dampfform übergehen und so kann der mächtige Wasserdampf Antheil an der allmähligen Hebung des Landes nehmen. **)

Wie die *Hebungen*, so sind auch die *Senkungen* eine Folge der Runzelung der Erdkruste und es ist nöthig, dass gegen eine Stelle, die sich hebt, eine andere im Sinken begriffene vorhanden ist. Zur Unterstützung dieser Annahme dienen die Beobachtungen über die gegenseitigen Höhenverhältnisse des Landes und des Meeres an den Küsten von Südschweden. Nilsson hat unverwerfliche Beweise dafür aufgefunden, dass die südlichste Spitze von Schweden sich *senkt*, während sich die übrigen Theile des Landes erheben. ***) Man hat schon früher gefunden, dass die Hebung von Schweden gegen Süden abnimmt und dass die Gegend von Sölvitsberg an der nördlichen Grenze von Schonen ihr Niveau nicht verändert.

Nilsson beobachtete in Torfmooren, welche jetzt weit unter dem Niveau des Meeres, hinter einem vom Meer aufgeworfenen Wall, längs der Süd- und Südostküste von Schonen liegen, nur Süsswassermuscheln und Landpflanzen. Wäre das Niveau der Moore zur Zeit ihrer Bildung unter dem Spiegel der Ostsee gewesen, so wären ohne Zweifel Meeres-Producte hin-

*) Poggendorf, Ann. Bd. II. S. 308 ff. Babbage berechnet, dass eine Sandstein-Schicht von 5 engl. Meilen Dicke sich um 100° Fahr. = 56° C erwärmt, eine Ausdehnung oder Erhöhung von 25 engl. Fuss erleidet Siehe dessen Observations on the Temple of Serapis at Pozzaoli near Naples 1834

**) Bischof, a. a. O S 303.

***) Berzelius, Jahresbericht XVII. S. 415 ff.

eingespült und darin begraben worden. Vor der Küste und in der Ostsee selbst, 2 Fuss tief unter dem Meeresspiegel, liegt auf 50 bis 100 Ellen vom Strande ein Torflager, worin gleichfalls nur Land- und Süsswasser-Erzeugnisse vorkommen und ist also ohne alle Widerrede in süssem Wasser und über dem Niveau des Meeres gebildet. Das Steinpflaster in dem alten Flecken Trolleborg liegt jetzt so niederig, dass es bei hohem Wasser überschwemmt wird. Dessen ungeacchtet hat man in dem Flecken an mehreren Stellen beim Graben, etwas 3 Fuss unter der gegenwärtigen Bodenfläche, ein anderes Steinpflaster gefunden, das jetzt im Niveau der Ostsee liegt. Diese Thatsachen beweisen, dass die südliche Spitze von Schonen *gesunken* ist. Diese Senkung erfolgte allmählig und geschieht noch jetzt. Es ergibt sich daraus, dass die Entfernung des Ortes Stafsten von dem nächsten Strande, bei zwei im Jahr 1836 gemachten Messungen, um 380 Fusse kürzer gefunden wurde, als sie LINNÉ, 87 Jahre früher, in seiner Schonischen Reise angibt.

An der Küste von *Norwegen* hat man Beweise der Hebung des Landes längs der Gestade der Nordsee, vom Cap Lindesnäs bis zum äussersten Nordcap, gefunden. Dieser ganze Küstenstrich ist aber in *vorhistorischer* Zeit gehoben worden; für eine Erhebung in der *gegenwärtigen*, sprechen keine Thatsachen.

An den Küsten von *England* sind zahlreiche genaue Beobachtungen gemacht worden, welche neuere Hebungen an der *Westküste* beweisen, von Cornwall bis nach dem nördlichen Schottland. AUSTIN hat westlich vom Water-ford-haven an der *Irischen* Küste eine Bank von Muscheln des Cardium edule und mehrerer anderer Schalthiere gefunden, welche gegenwärtig im Meer leben. Der höchste Theil der Bank liegt 40 Fuss über dem jetzigen Meeresspiegel. Der merkwürdige Umstand, dass innerhalb der Muschelablagerung ein ganzes Menschenskelett gefunden wurde, wobei man an den Muscheln nicht die geringsten Merkmale wahrnehmen konnte, dass es darin eingegraben worden sei, beweist wie die Erhebung dieser Küste erfolgte, nachdem die *gegenwärtige* Ordnung der Dinge schon eingetreten war. Das Skelett scheint von der Leiche eines Menschen herzurühren, der an diesem Orte ertrunken war, und nachher von allen Seiten mit Muscheln umgeben wurde.

Auch in *Frankreich* sind an den Küsten der Departemente der unteren Charente, der Vendée und der unteren Loire Thatsachen beobachtet worden, welche für eine allmählige Erhebung des Landes sprechen. Unweit La Rochelle liegen bei Bourgneuf, mitten in einem jetzt angebauten Felde, die Ueberreste eines im Jahr 1752 auf einer Austerbank an der Küste gescheiterten Schiffes. Das Dorf liegt 15 Fuss über dem jetzigen Meeresspiegel und hat in einem Zeitraum von 25 Jahren durch den scheinbaren Rücktritt des Meeres über 500 Hektaren Land gewonnen. Der Ort, wo sonst die holländischen Schiffe ihre Salzladungen einnahmen, liegt jetzt 9000 Fuss vom Meere entfernt. Die ehemalige an der Küste liegende Insel Olonne ist jetzt mit dem Land verbunden und nur noch von Morästen und Wiesen umgeben. *) Zahlreiche weitere Beobachtungen an den genannten Küsten, sowie an denen des angrenzenden Departements Deux-Sevres, führen mit den angegebenen zu der Annahme eines Steigens der französischen Westküste. **)

In *Nordamerica* sind zahlreiche und unwiderlegliche Beweise der Hebung des Landes gefunden worden ***). Geschiebe-Ablagerungen mit Seemuscheln liegen bei Quebeck und am Lorenzstrome in 200 bis 500 Fuss Höhe über dem Meere. Auch die Insel Neufundland und Conception-Bay erleiden eine fortdauernde Erhebung. Der ganze Continent von Südamerica wird fortwährend gehoben und ist nach Darwin †) seit der Schöpfung der jetzigen Conchylien-Spezies an den Küsten wenigstens 400 bis 500 Fuss, im Innern aber wahrscheinlich noch weit höher emporgehoben worden. Ja er fand an einzelnen Punkten Meer-Conchylien in einer Höhe von 1300 engl Fuss über dem Meere. Auch der Theil von Südamerica, welcher auf der Ostseite der Anden liegt, wird emporgehoben und namentlich das Land vom La Plata südwärts bis zum Feuerland. Nach Darwin ist dieser Theil des americanischen Continents in der *neuesten* geologischen Epoche zusammenhängend emporgehoben worden und zwar in Patagonien bis zu 300 und 400 Fuss.

*) Poggendorf, Ann. Bd. 52, 1841, S. 494 ff.

**) Riviere, Bull. de la soc. geol. t. VII. p. 97.

***) Lyell, Reisen in Nordamerica, deutsche Uebers. 1846 Cap. 22.

†) Journal of a voyage round the world.

In der Südsee unterliegt der Meeresboden und die Gesammtheit der Inseln einem fortdauernden Wechsel von Hebung und Senkung. *)

Den zahlreichen Beweisen der Hebung ganzer Länder stehen solche gegenüber, welche eine fortdauernde *Senkung* anderer Länder ausser Zweifel setzen. Die *Senkung* der Südspitze von Schweden, während das ganze nördliche Land ununterbrochen allmählich emporsteigt, haben wir schon oben S. 502 erwähnt. Auffallend ist im hohen Norden die Senkung der *Westküste Grönlands*, vom 60 bis 69 Breitegrad, während an den nördlichen Küsten der Insel, oberhalb Disko-Bay, das Niveau des Landes und der See sich unverändert erhält und die Küsten des Eismeeres, überhaupt das ganze nördliche Sibirien, Thatsachen darbietet, welche die Erhebung dieser Theile darthun. Schon Arctander hat um das Jahr 1778 bemerkt, dass eine kleine Felseninsel in dem Meerbusen Igallico, unter 60° 43′ Breite, einen Kanonenschuss weit von der Küste gelegen, bei Springfluthen überschwemmt werde. Es standen noch die Mauern eines grossen Gebäudes darauf, das früher als Waarenlager gedient hatte. **) Als Pingel 1830, also ein halbes Jahrhundert später, diese Stelle besuchte, ragten nur noch die Ruinen dieses Gebäudes aus dem Wasser hervor. Bei Frederikehaab unter 62° Breite, waren einst Grönländer angesiedelt; jetzt sieht man von ihren Wohnungen nichts mehr als einen Steinhaufen, über welchen die Fluth hingeht. Eine halbe Meile westlich vom Dorfe Fiskenäss, unter 63° 4′ N., hatten die Mährischen Brüder die Niederlassung Lichtenfeld gegründet. Sie waren innerhalb 30—40 Jahren ein- oder zweimal genöthiget, die Pfahle, worauf sie ihre grossen Boote zu stellen pflegten, zurückzusetzen. Jetzt stehen diese Pfähle unter Wasser, als stille Zeugen der fortdauernden Senkung. Diese ist den eingebornen Grönländern so gut bekannt, dass an dieser Küste Keiner sein Haus nahe an's Meer baut, weil er voraussieht, dass später die Fluth in dasselbe tritt.

An den Küsten des *Adria*- und des *Mittelmeeres* hat man viele Beweise von der *Senkung* des Bodens aufgefunden. Diese *Senkung* bietet dadurch ein besonderes Interesse dar, dass sie

*) Ch. Darwin, Canal reefs London 1841.

**) Pingel, Lond. und Ed. Phil. Mag. 1836. VIII. p. 73.

durch die Geschichte so vielfältig bestätigt wird. KLÖDEN *) hat die Thatsachen gesammelt, welche das Sinken der Küste von *Dalmatien* anzeigen. An dieser Felsenküste sieht man bei *Pola*, *Fiume*, *Zara*, *Sebenico*, auf *Lissa* u s. w. an vielen Stellen den Fussboden antiker Gebäude vom Meere bedeckt, Aschenurnen, Mosaik unter dem Meeresspiegel. An der äussersten Spitze der Insel *Vragnitza* sieht man hart am Lande eine ganze Reihe von Steinsarcophagen regelmässig an einander gestellt auf dem seichten Meeresgrund. Auch an der flachen italischen Küste wurden ähnliche Beobachtungen gemacht. Man hat zu *Ravenna* und *Venedig* mosaische Arbeit, verschiedene Alterthümer und Steinpflaster gefunden, die unter der jetzigen grössten Wasserhöhe liegen. An der *kleinasiatischen*, *syrischen* und *egyptischen* Küste, somit am ganzen östlichen Rand des Mittelmeeres hat man Beweise einer Senkung. WILDE **) hat viele aufgeführt. Bei der Beschreibung des heutigen *Tyrus* knüpft er Betrachtungen über seinen vormaligen Zustand an und zeigt, dass hier in historischer Zeit eine Senkung des Bodens stattgefunden hat. Das heutige Tyrus (Ssur) liegt auf dem Ende einer 1500 Yards langen und etwa halb so breiten Landzunge, deren äusserster Theil felsig ist. Am Strande bei der Stadt fand WILDE viele runde Löcher im Sandstein ausgehöhlt, von der Grösse eines gewöhnlichen Topfs bis zu 7 Fuss Durchmesser und 8 Fuss Tiefe, theils vereinzelt, theils in Gruppen beisammen, und dann vermittelst Rinnen mit einander verbunden. Sie sind inwendig vollkommen glatt und bisweilen mit einer festen Muschelbreccie ausgefüllt. WILDE sieht diese Löcher für die Reste der Purpurfabriken der alten Tyrer an. Die Muschelbreccie enthält die nämlichen Muscheln, aus welchen die Tyrer nach dem Zeugniss der Alten ihren Purpur bereiteten, und aus welchen er auch jetzt noch bereitet werden könnte. Wahrscheinlich ist ein grosser Theil der Halbinsel von Tyrus versunken. Die Kleinheit der heutigen Halbinsel, verglichen mit der wahrscheinlichen Ausdehnung der alten Stadt, der versunkene alte Hafendamm, der auf der Nord- und Südseite hinläuft, ferner die unter Wasser stehenden Ruinen an der Südseite

*) POGGENDORF Ann. Bd. 43. 1838.

**) Narrative of a voyage to Madeira, Teneriffa and along the shores of the Mediterranean II. Vol. 1840, und daraus in POGG. Ann. 1841, Bd. 52.

und der unter dem Meeresspiegel liegende alte Stadtwall, liefern sprechende Beweise einer *Senkung* des Bodens. Unter den versunkenen Ruinen befinden sich auch wohlerhaltene Bogengänge. Das möchte beweisen, dass die Senkung mit keiner heftigen Erschütterung verbunden war, wie bei Erdbeben, sondern allmählig erfolgt ist. Andere Orte dieser Küste zeigen Aehnliches. Zu *Telmessus* stehen Stadtwälle und Grabmäler unter Wasser. Bei *Macri* befindet sich ein monolithisches Mausoleum, 30 Yards von der Küste entfernt, im Meere, das seine Basis umfliesst. Weiter östlich kommen wir zu der Insel *Kakara*, von welcher Capitän BEAUFORD es als eine Merkwürdigkeit hervorhebt, dass an einigen Orten die drei oder vier unteren Stufen von Häusern, so wie auch die Fundamente von Mauern, gegenwärtig unter der Oberfläche des Wassers stehen. Zu *Joppa* glaubte WILDE *) annehmen zu müssen, dass das alte *Cothon* zum Theil versunken sei und in diesem Zustande hat er auch einen Theil der Ruinen von *Cäsarea* gefunden. Zu *Caipha* sah er Ueberreste eines sehr alten Gebäudes, vermuthlich eines Tempels, an seinem Fusse zum Theil vom Meere bedeckt. Einige neuere Reisende haben auch zu *Abukir* und am Pharus von *Alexandrien*, also fast unter gleicher Länge mit *Kakara*, am gegenüberliegenden Ufer, Ruinen unter der Meeresfläche gefunden.

Eine natürliche Folge der *Erhebung* des Landes sind

Muschelmassen und Strandbildungen über dem gegenwärtigen Meeresspiegel.

An den Küsten der Festländer und Inseln sieht man vielfältig *Strandlinien*, alte mit Meeresthieren erfüllte *Uferterassen* hinlaufen; man beobachtet an Felswänden hoch über dem jetzigen Meeresspiegel *Schalen von Conchylien* festsitzen, die heute noch in dem Meere leben, das die Küste bespült. *Meereicheln* (Baläni) und *Wurmröhren* (Serpülae) haften an Felsen in verschiedenen Höhen über dem Niveau des Meeres. Ausreibungen der Felsen, wie sie die Brandung bewirkt, Durchlöcherungen der Steine, wie sie Bohrmuscheln machen, findet man unter solchen Niveau-Verhältnissen. Alle diese Erscheinungen sind unwiderlegliche Beweise von *Hebungen.*

*) A. a. O.

Schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhuuderts machte Linné *) auf die Muschellager bei *Uddevalla* aufmerksam, die bis zu 200 Fuss über dem Meere zwischen Gneisfelsen liegen. Aehnliche Beobachtungen wurden in derselben Zeit von einigen Naturforschern auch an den Küsten von Norwegen gemacht. Aber erst im Anfang des jetzigen Jahrhunderts fand die merkwürdige Erscheinung ihre richtige Auslegung durch Leopold v. Buch, der an der Nordküste Norwegens, nördlich von Drontheim blaue Mergelthone mit Seemuscheln in 4—500 Fuss Höhe gefunden hatte und ähnliche noch an vielen Orten in den Nordlanden **). Erst nach seinem Ausspruch, dass diese Muschellager die *wirkliche Hebung* des Landes beweisen, fing man an, sie aufmerksamer zu studieren und seitdem übte ihre Erforschung einen Einfluss auf die Fortschritte der physischen Erdbeschreibung aus.

Hausmann ***) fand nahe an der Schwedisch-Norwegischen Grenze, auf dem Felsenrande der öden Gebirgshöhe *Bohus-Län*, zwischen *Skiellered* und *Wik* und zwischen *Eist* und *Hogdal*, mehrere mächtige Muschellager, deren Exemplare sämmtlich mit den jetzt noch die Nordsee bewohnenden übereinstimmen. A. Brongniart †) entdeckte 1824 bei *Uddevalla Balanen festsitzend* am Felsen, der einst Meeresklippe war und auf dem sie gewachsen sein mussten. Diese Beobachtung wirft viel Licht auf die Zeit, welche seit der Emporhebung der Muschelbänke verstrichen ist, und lehrt, da die Balanen, obwohl der freien Luft ausgesetzt, doch noch wohl erhalten sind, dass diese Zeit nicht sehr gross gewesen sei. Ch. Lyell ††) fand 1834 zwei Meilen nördlich von Uddevalla, an einer anderen Stelle, Namens *Kured*, gleichfalls Balanen und Korallen auf festem Gestein eines Gneisabhangs, der durch Abführen eines Muschellagers für den Wegebau entblösst worden war. Die Muscheln dieser Ablagerung sind von denen verschieden, die man in ähnlichen

*) Reisen durch Westgothland. Deutsche Uebersetzung, S. 228.

**) L. v. Buch, Reise durch Norwegen und Lappland. Bd. 1.

***) Reise durch Scandinavien 1806 und 1807. Bd. 1. S. 275.

†) Tableau des terrains, qui composent l'ecorce du globe, p. 89.

††) Ueber die Beweise eines allmähligen Emporsteigens gewisser Landstriche in Schweden, in den Philos. transact. f. 1835 I. und daraus in Pogg. Ann. 1836. Bd. 38. S. 64 ff.

Bildungen in der Nähe von Stockholm zu *Solna*, auf dem Gute *Orby* bei *Bränkyrka* und bei *Södertelje* (S. oben S. 449) gefunden und als baltische erkannt hatte. Die Balanen von Kured sind: *Balanus tulipa, B. sulcatus*, die nicht in der Ostsee leben. Sie sitzen gewöhnlich auf den Schalen von Mytilus edulis, oder auf grossen Schalen des Pecten islandicus, dessen Farbe noch erhalten ist. Der hier vorkommende Mytilus edulis ist vier- bis fünfmal grösser als derjenige der Ostsee und hat noch ziemlich viel Farbe. Nach den Balanen ist *Saxicava rugosa* und *Mya truncata* sehr häufig. In dem Thal der *Götha-Elf*, zwischen Gothenburg und Trollhättan hat man in verschiedenen Höhen über dem Meere ähnliche Meermuschellager, wie zu Uddevalla gefunden.

Nach den Beobachtungen von Keilhau und Boek *) liegen Strandlinien, durch Muschelbänke des jetzigen Meeres bezeichnet, an den Küsten von Norwegen. Vom Cap Lindesnäs bis zum äussersten Nordcap, bis zu 600 Fuss über dem jetzigen mittleren Meeresstande. Nach Keilhau und Eugen Robert erscheinen sie auch dem Nordcap gegenüber, an den Küsten von Spitzbergen **). Auf der Insel *Rolfsöe*, westlich von Mageröe, hat Eugen Robert 7 bis 8 alte Küstenlinien übereinander liegend, durch Torflager von einander getrennt gefunden, die genau durch Strandgerölle bezeichnet sind. Bei *Hammerfest* aber fand er eine Ablagerung von abgerundeten vulcanischen Schlacken in 60 bis 80 Fuss Höhe über dem Meeresspiegel. Diese Schlacken können nur von Island oder Jan-Mayen her durch das Meer zu einer Zeit angeschwemmt worden sein, als das Land um so viel niedriger stand. Die Torflagen zwischen den Strandlinien zeigen wohl an, dass die *wiederholten Hebungen* durch längere Perioden eines Stillstandes und eines gleichbleibenden Meeres-Niveaus von einander getrennt waren.

Ein ganz besonderes Interesse haben die von Bravais im hohen Norden aufgefundenen *Höhenunterschiede* einer und derselben Strandlinie, welche beweisen, dass die Theile der Küste während *einer* Hebungsperiode in *verschiedenem* Verhältniss

*) Keilhau, Nyt Magazin for Naturvidenskaberne 1837, Bd. I. p. 105 ff. und Bd. II. p. 57.

**) Eugen Robert im Bulletin de la société géologique de France 1838 und 1842.

emporgehoben worden sind *). Diese wichtige Thatsache beobachtete Bravais in dem *Altenfjord*, hoch oben im winterlichen Finnmarken. In diesem Meerbusen lassen sich zwei Küstenlinien übereinander, vom Anfang des Fjords bis hinaus nach Hammerfest verfolgen. Die ausgezeichnetste bildet im Hintergrunde des Fjords ein kleines, meist aus Sand bestehendes Plateau von mehr als 67 Meter (= 223,3 Bad. Fuss) Seehöhe; unter ihr liegt in ungefähr 28 Meter Höhe eine zweite Terasse. Beide folgen in ihrer Erstreckung allen Biegungen der Küste, liegen scheinbar horizontal und parallel mit einander. Sie sind durch den Einschluss von Muscheln als ächte Meeresbildungen charakterisirt. Durch genaue Messungen hat sich aber Bravais überzeugt, dass diese beiden Uferterassen vom Grund des Fjords gegen das freie Meer *geneigt* sind, dass sie im Hintergrund der Meeresbucht am weitesten von einander abstehen und gegen das offene Meer hin einander immer näher rücken **).

Diese Thatsachen beweisen nicht nur die Hebung ganz unwiderleglich, da man sie durch ein Sinken des Meeresspiegels nicht erklären kann, und zeigen einen Wechsel von Perioden der Ruhe und der Hebung; sondern sie belehren uns auch, dass die Hebung den rückwärts liegenden Theil des Landes höher über die See gestellt hat, als die unmittelbare Meeresküste.

Schon die ersten, in Scandinavien gemachten Beobachtungen des Vorhandenseins alter Strandlinien führten zur Aufsuchung gleicher Bildungen in allen Ländern, welche Geognosten untersuchten. Zunächst wurden in England zahlreiche Thatsachen beobachtet, welche die in Scandinavien über alte Strandlinien und Hebungen der Küsten gemachten bestätigten. Von der Südküste von Devonshire und Cornwall bis hinauf in's nördliche Schottland liegen an der *Westküste* Grossbritaniens alte Strandlinien mit Seemuscheln, welche die merkwürdige Thatsache eines allmähligen Ansteigens nach dem Innern des Landes und ganz bedeutender Unterschiede der Höhenverhält-

*) *Comptes rendus* 1842.

**) Die Resultate seiner Messungen sind:

	Höhe der oberen Terasse	Höhe der unteren Terasse	Abstand
Im Hintergrund des Fjords	67,4 Meter	27,7 Meter	39,7 M.
Bei Hammerfest	28,6	14,1	14,5

nisse mehrfältig darbieten. Dieselben Muschellager, welche in Süd-Devonshire und Cornwall nur wenige Fusse über dem jetzigen Spiegel der See liegen, erheben sich in Nord-Devonshire bis zu 120 Fuss. Zwischen Worcester und Gloucester liegen an der Severn ähnliche Bildungen, nur einige Fuss über der See; landeinwärts aber steigen sie bis 500 und 600 und nach Trimmes's Beobachtungen am Moel-Tryfane in Caernarvonshire sogar bis zu 1300 Par. Fuss über das jetzige Niveau des Meeres. Von den Küsten von Lancashire steigen Geröll- und Muschellager landeinwärts gegen die Peninische Gebirgskette aufwärts und in den nahe bei einander liegenden Gegenden von Nord-Wales und Shropshire beträgt der Höhenunterschied dieser Strandlinien bis 1000 Fuss *).

Aehnliche Beobachtungen wurden in Schottland gemacht, wo nach J. Smith die alten Strandlinien in der Nähe des Clyde 40 Fuss, am Loch Lomond dagegen bis 70 Fuss Höhe erreichen, während man sie bei Glasgow und bei Gamrie bis zu 350 Fuss aufsteigen sieht. Am ausgezeichnetsten treten aber Linien des alten Meeres-Niveaus auf der Schottischen Insel *Jura* in den *Hebriden* auf. An der Westseite dieser steilen Quarzfels-Insel laufen 6—7 durch Quarzgerölle bezeichnete Strandlinien über einander hin; die tiefste unmittelbar am jetzigen Meeresspiegel, die höchste etwa 40 Fuss darüber. Die glatten Geschiebe aus weissem Quarz haben die Grösse einer Bohne bis zu der einer Nuss, und sind denen völlig gleich, welche an dieser Inselküste sich unter der Einwirkung des Meeres bilden und durch die Bewegung abgerundet werden, welche der Wellenschlag und der Wechsel von Ebbe und Fluth bewirkt **). Aehnliche Strandbildungen beobachtete Murchison an den Küsten der *Western Islands*, so wie an denen der Schottischen Landschaft *Ross* ***), und Darvin fand eine ausgezeichnete Strandlinie in der grossen Felsspalte des *Caledonischen Canals* in einer Höhe von 900 engl. Fuss.

Im Gegensatz mit diesen Linien des alten Meeres-Niveaus an den Westküsten Grossbritaniens, stehen die *untermeerischen*

*) Murchison, Anniversary address tho the geolog. soc. 17. Febr. 1843. p. 38 ff.

**) Vetch, Transact. of the geolog. soc. 1824. Vol. I.

***) Murchison, Anniv. address to the geol. soc. 1843. p. 49.

Wälder der Ostküste, welche ein *Sinken* des Landes anzeigen und die gleichartigen Ablagerungen an der östlichen Felsenküste von Cornwall, Pembrokeshire und selbst in Cardigan, welch letzteres dem Snowdon so nahe ist, dem Mittelpunkt einer grossen Hebung. Diese Verhältnisse der Küsten *Englands* beweisen unwiderleglich, dass das Land in verhältnissmässig neuerer Zeit wiederholte, ungleichförmige Hebungen und Senkungen erlitten hat. *Schottland* und *Irland* zeigen Aehnliches. In letzterem Lande hat man Muschelablagerungen des jetzigen Meeres an vielen Orten und in verschiedenen Höhen über dem Spiegel der See gefunden. Es lassen sich die Strandbildungen in diesem Lande in den Thälern weit landeinwärts verfolgen, zum Beweise, dass sie früher Meeresbuchten gewesen sind. In Schottland liegen die muschelführenden Strandbildungen alle in verhältnissmässig geringen Höhen. Eine andere alte Strandbildung besteht hier in ausgedehnten Ablagerungen von Thon, Rollsteinen und Kies, und kann mit der Strandbildung verglichen werden, welche in England durch Bedfordshire und an der Ostseite von Huntingdonshire verbreitet ist, so wie an den Küsten von Norfolk, Suffolk und Essex. Eine dritte Art von Linien des alten Meeresstandes besteht aus einer Ablagerung von Kies und Sand, liegt oft terassenartig und mitunter in verschiedenen Höhen, erfüllt die Ausweitungen der Buchten und die Vertiefungen der Landvorsprünge an der Seeküste. An anderen Stellen verzweigt sie sich in's Innere der Thäler und zieht sich an den Gehängen der Thalbecken hin, deren Grund jetzt Süsswasser-Seen einnehmen *).

An der Nordamericanischen Ostküste hat man im Thal des St. Lorenz-Stromes bei *Montreal*, in der Vorstadt selbst, eine alte Strandlinie mit Muscheln gefunden, mit einer grossen Menge Schalen von *Mytilus edulis* mit wohl erhaltener Farbe, Tellina *groenlandica* und *Saxicava rugosa*. In der Höhe von mehr als 500 Fuss über der jetzigen See liegt auf dem Montreal-Berg, in der Vertiefung zwischen seinen beiden Gipfeln eine Kiesablagerung mit zahlreichen Schalen von Tellina groenlandica und Saxicava rugosa. Eine andere, sehr interessante Strandlinie liegt bei dem Dorfe Beauport, unfern Quebek. Sie enthält

*) Murchison, Anniversary Address 1843. p. 47 ff.

Gerölle von Syenit und Granit und einige zwanzig Species Meeresconchylien, worunter *Trichotropis borealis*, *Natica septemtrionalis*, *Scalaria borealis* und *groenlandica*, *Tellina groenlandica*, *Saxicava rugosa*, *Cardium groenlandicum* und *islandicum*, *Pecten islandicus*, *Balanus miser* und *Uddevallensis*. Mehrere dieser Muscheln kommen auch in Geschiebeablagerungen am südlicher gelegenen Champlain-See (44° 25′ N. B.) vor, der die Breite von Bordeaux hat, sowie an einigen Punkten der Labrador-Küste unter 50° N. B.; die mehrsten stimmen mit den Muscheln überein, die in dem Lager von Uddevalla vorkommen und in Scandinavien bis zu 69° 40′ N. B. liegen. Im Thal des Ottawa-Flusses, das sich bei Montreal in das grosse Thal des St. Lorenz-Stromes ausmündet, hat Lugan Thon-Concretionen in einer alten Strandlinie gefunden, welche auch im Thone bei Albany, New-York u. s. w. vorkommen und Zaubersteine (fairy-stones) genannt werden. In der Mitte einer solchen Concretion lag das vollständige Skelett eines Fisches, der ganz nahe steht dem *Mallotus* villosus *Ag.*, welcher jetzt noch im grönländischen Meere lebt und in Grönland auch fossil gefunden worden ist. Nach den Angaben von Blainville werden an den isländischen Küsten täglich Fischkörper von bläulichem Schlamm des Strandes umschlossen, der schnell erhärtet. Die *Tellina groenlandica*, welche in alten Strandlinien bei *Montreal*, bei *Beauport* u. s. w. oft ganz allein gefunden ward, sieht man auch an den Küsten der Fundy-Bay in Neu-Schottland im frischen Zustande Meilen weit am Ufer hingestreut, ohne dass andere Muscheln damit vorkommen.

Alle diese Thatsachen zeigen übereinstimmend an, dass zur Zeit der Bildung dieser nordamericanischen alten Strandlinien, welche aus Thon, Sand, Kies und Rollsteinen zusammengesetzt sind, das Klima kälter war, als jetzt. Die Muscheln gehören einer arktischen Fauna an. Die Geschiebe und Rollsteine, zwischen denen sie liegen, sind aus der Ferne herbeigeführt und an ihrer Oberfläche durch Einwirkung des Eises abgerieben und gefurcht. Alles so, wie es nur sein kann, wenn Steine und Muscheln durch schwimmende Eismassen ans Ufer geführt werden *), oder wenn antreibende Eismassen

*) Lyell, Reisen in Nordamerica, Cap. 20 S. 290 ff.

beim Schmelzen Steine und Sand auf den Grund des Meeres fallen lassen, in welchem die Muscheln lebten und starben.

Im Süden ist eine alte Strandlinie längst bekannt auf der Halbinsel Hospice bei *Nizza*. Sie besteht aus einer Ablagerung von Muscheln des jetzigen Meeres, theils noch mit Farbe, theils ausgebleicht, und aus einer Ablagerung von Sand und Rollsteinen mit Muscheln. Risso *) und De la Beche **) haben diese Bildung genau beschrieben. An der Küste von *Sicilien* hat F. Hoffmann ***) 1831 eine sehr ausgedehnte Strandlinie bei Palermo beobachtet. Auf dem ganzen etwa 24 Miglien langen Weg, von Termini nach Palermo, sieht man überall, wo die Kalkfelsen vom Meer berührt werden, ihre Wände bis zu reichlich 200 Fuss Höhe über dem gegenwärtigen Meeresspiegel durchbohrt, von sehr zahlreichen Bohrmuscheln (Lithophagen) und sehr häufig sind vorspringende Felsentheile so zernagt, abgeschliffen und angefressen, wie es noch jetzt überall am Meere der Fall ist, wo die Wellen unmittelbar anschlagen, oder ihr Schaum häufig gegen Felswände spritzt. In den Spalten sieht man überall zahlreiche Stücke von stark abgerollten Geschieben, welche mit Bruchstücken von Muschelschalen zu Breccien verkittet worden. Zahlreiche *Meeresmuscheln*, oft sehr wohl erhalten und zum Theil noch mit etwas Färbung, liegen in lose aufgeschütteten Sand- und Geschiebelagern zerstreut, wie sie heute noch das Meer an der Küste auswirft. Zuweilen kommen sie noch höher landeinwärts auf der Oberfläche der Felsen zerstreut vor. Auch die ausgedehnte Ebene in dem schönen fast halbkreisförmigen weiten Golf von Palermo ist ein Absatz des Meeres, aus Sand- oder Kalkbreccie und Thon zusammengesetzt, mit zahllosen Resten von Meermuscheln. An den Felswänden der nahen Berge sieht man den vormaligen Uferrand sehr deutlich und genau so, wie an der Strasse nach Termini. In der nahen *Grotta di Mardolce* findet man die klarsten Beweise — auf ihrem Grund eine Sandlage mit Meermuscheln, an den Felswänden eine Zone, die von Bohrmuscheln

*) Histoire naturelle des principales productions de l'Europe meridionale.

**) Geolog. transact. vol. III. 2. series.

***) Geognostische Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien 1830 bis 1832, besonders abgedruckt aus Bd. XIII. des Karsten'schen Archivs S. 131.

durchlöchert ist u. s. w. — dass das Meer einst den tieferen Theil dieser Höhle bespült und längere Zeit dort verweilt habe. Die darin gefundenen Muscheln und Landthier-Reste zeigen jedoch an, dass diese Strandbildung *vor* der gegenwärtigen Ordnung der Dinge abgesetzt worden ist. Es liegen darin Muscheln, die im heutigen Meere jener Gegend nicht mehr leben und Reste von Landthieren, deren Spuren nicht mehr vorhanden sind.

Auf der Insel *Sardinien* beobachtete De la Marmora *) bei *Cagliari* eine sehr interessante alte Strandbildung, welche zum Theil Absatz eines landeinwärts gelegenen seichten Sees ist, der mit dem Meere in Verbindung stand. Entfernter von der heutigen Küste, ist die Ablagerung erdig, eisenschüssig und enthält See-, Fluss- und Land-Conchylien, untermengt mit Scherben eines groben Töpfergeschirrs. Die Muscheln gehören alle jetzt noch lebenden Arten an und liegen ziemlich hoch über dem heutigen Meeresspiegel. Hier war also die ehemalige *bewohnte* Küste. Näher der See, gegen welche sich die Ablagerung senkt, und wo sie dem zu Folge früher unter dem Niveau derselben lag, besteht die Masse aus einem kalkigen Sandstein, die Reste der Töpferwaaren verschwinden und von den Conchylien werden Cerithien und Lucinen seltener. Im N.W. von Cagliari erhebt sich das Lager bis 150 Fuss über das Meer; dort sieht man in einer Entfernung von 1 und $^1/_4$ Meile von der heutigen Küste, *Austern* (Ostrea edulis) auf Felsen sitzen, auf welchen sie ohne Zweifel gewachsen sind. Unter den Scherben von Töpfergeschirr fand De la Marmora auch eine apfelgrosse Kugel von gebranntem Thon, mit einem Loch in der Mitte, wie zum durchziehen einer Schnur. Er meint, es habe diese Kugel Fischern gedient, welche zur Zeit hier lebten, als das Land noch nicht erhoben war und die den Gebrauch des Bleis nicht kannten. Die Hebung Sardiniens ist also in der gegenwärtigen Periode erfolgt und seit die Insel von Menschen bewohnt war.

Bei *Gibraltar* hat James Smith **) eine Muschelbank in der sandigen Ebene an der Nordseite des Felsenberges beobachtet, worauf die Festung liegt. Sie enthält nur solche

*) Journal de Geologie t. III. 1839 p. 309 ff.
**) Quaterly Journal of the geolog. soc. 1846 vol. II.

Muscheln, welche noch im dortigen Meere leben und in 12 Fuss Tiefe *unter* dem Niveau der See eine gleiche Bank zusammensetzen, wie die gehobene ist, die jetzt 12 Fuss *über* dem Meere liegt. An der Südseite des Felsenberges aufsteigend, der das Cap Punto d'Europa bildet, fand Smith in verschiedenen Höhen ähnliche Muschelbänke, nämlich in 50, 70, 170, 264, 600 Fuss Höhe, was klar beweist, dass der Felsen von Gibraltar eben so viel stufenweise erfolgte Hebungen erlitten hat.

An der Küste von *Griechenland* beobachtete Boblaye *) an den Kalkfelsen mehrere Linien, die durch ihre angefressene Oberfläche sich als ältere Küsten-Linien zu erkennen geben und in verschiedenen Höhen über dem Meeresspiegel hinlaufen. Uebereinanderliegende, schmale, horizontale Terassen und Linien die durch Löcher bezeichnet sind, welche Bohrmuscheln ausgehöhlt haben, zeigen ebenfalls eine mehrmalige Emporhebung der Küste in verschiedenen Zeiträumen an. Eine Höhle an der Felsenküste bei Napoli di Romania, die fünf bis sechs (Engl.) Ellen über dem heutigen Meeres-Niveau liegt, enthält unter Meeres-Resten auch Bruchstücke antiker Töpferwaaren.

An der Westküste von *Südamerica* hat Darwin **) auf einer Strecke von mehr als 140 Meilen, vom Rapel-Flusse an, 60 Meilen südlich von *Valparaiso*, bis *Conchali*, 80 Meilen nördlich von dieser Stadt, Muschellager über dem Meeres-Niveau gefunden. An der Mündung des Rapel-Flusses sieht man *Balanen* 3 bis 4 Fuss über dem höchsten Fluthstand, an Felsen hängen, in der Nachbarschaft sind See-Conchylien lebender Arten in Menge bis zu einer Höhe von 100 Fuss umhergestreut. Zehn Meilen von da und eben so weit vom Meere entfernt ist das Dorf *Pucalemu*, bei welchem sehr ausgedehnte Muschellager liegen. Auf dem Grund des grossen Thales Maypo, einige Meilen von der Küste entfernt, liegen viele Meer-Conchylien; in St. Antonio, an der nördlichen Mündung des Flusses, sind ansehnliche Muschelgruben. Längs der offenen granitischen Küste südlich vom Vorgebirge, welches die Bai von Valparaiso begrenzt, sind zahlreiche Muschellager, welche zusammen einen fast ununterbrochenen Streifen zwi-

*) Journal de géologie, t. III.

**) Journal of a voyage round the world 2 Bd. p. 344 ff.

schen 60 und 230 Fuss Seehöhe bilden. Die Conchylien sind gleich denen am heutigen Strande und in gleicher Proportionalzahl wie hier vorhanden, mit etwas Erde gemengt, dicht aneinander gelegt und überdecken eine harte Granitbreccie, welche auf dem festen Granitfelsen liegt. Je weiter die Muschellager vom Meere entfernt und je höher sie über demselben sind, desto mehr erscheinen sie zerkleinert und zersetzt. Dasselbe bemerkt man auch in der Bai von Callao, wo sie, bis zu einem Staub zerfallen, vorkommen. Diese Erscheinung gewahrt man nur da, wo niemals Regen fällt. Zu Valparaiso fand ALISON solche Muschellager auch in 1400 Fuss Höhe und bei Conuco in solcher Mächtigkeit, dass man Kalk daraus brennt. Auch auf den Ufer-Felsen von *Conception* bis *Copiapo* liegen Muschelablagerungen 14 bis 300 Fuss über dem jetzigen Meeresspiegel. Alle diese Erscheinungen zeigen die stufenweise Erhebung der Küste von Chili an. Auf der Insel *San Lorenzo* bei Callao in Peru, beobachtete DARWIN *drei*, durch Muschelbänke bezeichnete Strandlinien übereinander, von welchen die tiefste nur wenig über dem Meeresspiegel liegt und die Conchylien in einem frischen wohlerhaltenen Zustande enthält. Die zweite liegt 85 Fuss über der See und enthält schon mehr oder weniger zersetzte Muscheln. Hier fand DARWIN zwischen den Muscheln nicht nur Ueberreste von Seetang, sondern auch ein Stück Baumwollen-Garn und geflochtenen Bast, zum Beweise, dass die Hebung dieser Bank zu einer Zeit Statt fand, als schon Menschen an dieser Küste lebten. Die dritte, oberste und älteste Muschelbank, liegt in 170 Fuss Höhe und besteht aus gänzlich zerfallenen Muschelschalen *). Auch an der *Ostküste Südamericas*, namentlich an der Küstenstrecke vom *La Plata* südwärts bis zum *Feuerlande*, liegen gehobene Strandlinien, deren Erhebung, und zwar in *Patagonien* bis zu 300 und 400 Fuss, der neuesten geologischen Periode angehört. Man sieht dort *acht* Uferterassen übereinander, als Zeugen von eben so viel stufenweisen Erhebungen **). Die Bestätigung, welche diese Beobachtungen durch ALCIDE D'ORBIGNY erhielten, gewährt dadurch noch ein besonderes Interesse, dass sie uns jene Muschelbänke als solche kennen lehrt, die ganz *unver-*

*) Journal of a voyage ot the Adventure and Beagle v. III.
**) Journal of a voyage round the world p. 171.

ändert, vollkommen mit der Beschaffenheit, in welcher sie einst *unter* dem Meeresspiegel gebildet wurden, gehoben worden sind. d'Orbigny fand im Hintergrunde der Bai von *San Blas*, zwischen dem Rio Colorado und dem Rio Negro, 6000 Fuss vom jetzigen Meeresstrande und anderthalb Fuss über dem Niveau der höchsten Springfluthen, eine sehr mächtige Sandschicht, in welcher sehr viele Conchylien von solchen Species stecken, die noch gegenwärtig in der Bai leben, und einzelne Gypskrystalle. Die Conchylien befinden sich noch in ihrer natürlichen Lage; die zweischaligen noch mit vereinigten beiden Schalen. Da die Fluth an der dortigen Küste über 24 Fuss hoch steigt und die jetzt lebenden Species *unter* dem Niveau der tiefsten Ebbe sitzen, so muss hier eine Erhebung um etwa 30 Fuss erfolgt sein. Bei *Monte Video* sah d'Orbigny 12 bis 15 Fuss über dem Spiegel des La Plata, am Fuss von Gneishügeln eine Bank von Muscheln, deren gegenwärtig noch lebende Species sich in einer Entfernung von 16 geographischen Meilen an der freien Meeresküste aufhalten. Tief landeinwärts fand er bei San Pedro auf der Ebene, die 92 Fuss über dem Spiegel des Parana liegt, langgestreckte, 6 bis 9 Fuss hohe Sandhügel, welche ganz mit Conchylien erfüllt sind und desshalb von den Eingebornen „*Conchillas*" genannt worden. Die vorherrschende Species ist *Azara labiata*, welche gegenwärtig in den brakischen Wassern bei Buenos Ayres und in der Mündung des La Plata sehr häufig ist.

Da die Conchylien der oben bezeichneten Ablagerung vollkommen erhalten und noch in ihrer natürlichen Lage sind, so können sie nicht durch eine *allmähliche* Hebung in ihre jetzige Höhe gekommen sein, dabei wären die Muschelbänke lange Zeit von den Wellen bearbeitet, die einzelnen Muscheln aus ihrer Stellung geworfen, die Schalen der Bivalven getrennt, alle durch Hin- und Herrollen verändert und viele zerbrochen worden. Man muss daher annehmen, dass die Hebung dieser Bänke mit *einem Male*, oder *ruckweise* bis dahin erfolgt ist, wo sie auch die höchste Fluth nicht mehr erreichen konnte.

Uebereinanderliegende Strandlinien, in parallelen Terassen fortlaufend, können nur durch *ruckweise* und *wiederholte* Hebungen in eine solche Lage über dem Meeresspiegel gekommen sein. Jede dieser Linien des alten Meeres-Niveaus, wurde während einer, ihrer *Hebung* vorangehenden, Periode

der *Ruhe* gebildet und muss, wenn sie wohlerhaltene Muscheln in ihrer natürlichen Lage enthält, mit *einem Male* über die Sphäre der Einwirkung des Meeres gehoben worden sein. Solche Hebungen sind von den *seculären*, d. h. während langer Zeiträume *allmählig* erfolgenden wohl zu unterscheiden. Sie haben sich allerdings in einigen Gegenden während weithin wirkender Erdbeben ereignet, sind aber nicht das Resultat von Erdbeben, sondern wie diese selbst, eine Folge des *Vulkanismus* der Erde, eine Wirkung der Reaction des feurigflüssigen Erdinnern, gegen die starre Rinde und Oberfläche der Erde. Wenn als Folge der *Faltung* der Erdschichten eine langsame Senkung entsteht, so entspricht dieser eine langsame Hebung, und dasselbe gilt im umgekehrten Verhältnisse. Gleichgewichts-Störungen des heissflüssigen Innern der Erde, können aber auch plötzliche Niveauveränderungen hervorbringen und in dieser Weise auf ganze Länderstreken wirken. Ganz *örtlich* sind dagegen die Niveauveränderungen in den Umgebungen der *Vulkane*, durch welche das Erdinnere mit dem Luftkreise in Verbindung steht.

Hebungen und *Senkungen* sind die Ursache aller *Gestaltveränderungen* der Continente. Wenn man auch annehmen muss, dass im Jugendalter des Erdkörpers, die oscillirenden Bewegungen des Bodens, Hebung und Senkung des Landes, häufiger und stärker waren, als jetzt, weil die feste Erdkruste dünner war, weil durch ihre Zusammenziehung bei der fortschreitenden Abkühlung eine stärkere Faltung entstand, und die Strömungen und Gleichgewichts-Störungen in der grösseren Masse des flüssigen Erdinnern intensiver auf die erstarrte Oberfläche wirkten; so beweisen die angeführten Thatsachen doch unwiderleglich, dass *noch jetzt* der Erdboden Oscillationen, Hebungen und Senkungen erleidet und zwar theils ohne Erschütterungen oder Erdbeben, theils während gewaltsamer Erschütterungen des Bodens durch Erdbeben. Die Beobachtungen über das Schwanken des Meeresgrundes des *Kaspi-Meeres* *), so wie diejenigen von Darwin **) im *Stillen* und *Indischen*

*) v. Humboldt, sur la Mobilité du fond de la Mer Caspienne in den *Asie centrale* t. II. p. 283—294. Siehe auch: Eichwald, Reise auf dem Caspischen Meere und in den Caucasus, 1834 Bd. I. S. 146 ff.

**) Journal of a voyage round the world London. Edinb. phil. magaz. 1837 XI. p. 307—309.

Ocean, über *Hebungs-* und *Senkungs-Felder* im Gebiete der *Corallen-Bildungen*, liefern weitere schlagende Beweise dafür.

„Die Erscheinungen, auf welche wir die Aufmerksamkeit heften," sagt HUMBOLDT *), „mahnen an die Unbeständigkeit der gegenwärtigen Ordnung der Dinge, an die Veränderungen, denen nach langen Zeit-Intervallen der Umriss und die Gestaltung der Continente sehr wahrscheinlich unterworfen sind. Was für die nächsten Menschenalter kaum bemerkbar ist, häuft sich in Perioden an, von deren Länge uns die Bewegung ferner Himmelskörper das Maas gibt. Seit 8000 Jahren ist vielleicht das östliche Ufer der scandinavischen Halbinsel um 320 Fuss gestiegen; in 12000 Jahren werden, wenn die Bewegung gleichmässig ist, Theile des Meerbodens, welche dem Ufer der Halbinsel naheliegen und heute noch mit einer Wasserschicht von beinahe 50 Brassen Dicke bedeckt sind, an die Oberfläche kommen und anfangen trocken zu liegen. Was ist aber die Kürze dieser Zeiten gegen die Länge der geognostischen Perioden, welche die Schichtenfolge der Formationen und die Schaaren untergegangener, ganz verschiedenartiger Organismen uns offenbaren! Wie wir hier nur das Phänomen der *Hebung* betrachten, so können wir auf die Analogieen beobachteter Thatsachen gestützt, in gleichem Maase auch die Möglichkeit des *Sinkens*, der Depression ganzer Landstriche annehmen. Die *mittlere* Höhe des nicht gebirgigen Theils von Frankreich beträgt noch nicht volle 480 Fuss. Mit älteren geognostischen Perioden verglichen, in denen grössere Veränderungen im Innern des Erdkörpers vorgingen, gehört also eben nicht eine sehr lange Zeit dazu, um sich beträchtliche Theile vom norswestlichen Europa bleibend überschwemmt, in ihren Littoral-Umrissen wesentlich anders gestaltet zu denken, als sie es dermalen sind."

Das *Einsinken* ausgedehnter Felder in den Corallen-Gebieten des Stillen und Indischen Oceans, lässt Vermuthungen zu über den ehemaligen Zusammenhang des trocknen Landes und über die geographische Verbreitung organischer Wesen auf den nachherigen Inseln. Es lässt sich mit Wahrscheinlichkeit beurtheilen, ob gewisse in ihrer Verbreitung beschränkte Gruppen von Lebenwesen Ueberbleibsel oder Anfänge einer

*) KOSMOS, Bd. I. S. 314–315.

ausgedehnten Bevölkerung sind. Kennt man die Bewegung, welcher symmetrisch geordnete Hebungs- und Senkungsfelder in einer bestimmten Zeit-Periode unterworfen sind, so gelangt man damit auch zu einiger Kenntniss von der tiefliegenden Quelle der Ursachen, durch welche die Oberfläche der Erde in endlos wiederkehrendem Wechsel verändert, *äussere* und *innere Gliederung* der Continente, Abwechslung der Formen der Oberfläche unseres Planeten und jene *Vielgestaltung* erzeugt wird, welche belebend auf die physischen und geistigen Kräfte der Menschheit einwirkt.

Ein merkwürdiges Beispiel von dem mächtigen Einfluss, den Hebungen und Senkungen des Bodens, welche die gegenseitigen Höhenverhältnisse von Land und Meer verändern, auf Zusammenhang der Länder, auf Klima und Kultur haben, bietet uns die Trennung Grossbritaniens von dem Festlande dar, der Durchbruch des Canals. Van der Wick *) und G. Forchhammer haben dieses geologische Ereigniss in ihren Abhandlungen: „über die Mündungen des Rheinstroms, und: über die Bestandtheile des Meerwassers, seine Strömungen und deren Einfluss auf das Klima der Küsten von Nord-Europa" **) geschildert, ursächlich nachgewiesen und in seinen Wirkungen beschrieben. Wir entnehmen ihren schönen Arbeiten Nachstehendes:

Es ist bekannt, dass ein allgemeiner Zug der Wasser des Golfstroms sich gegen Europa bewegt und seine Küsten bis zum Nordcap und Island bespült. Man hat dies schon längst daraus geschlossen, dass Früchte des Südens von Nordamerica und der Westindischen Inseln auf Island und an der Küste von Norwegen antreiben und als vor einigen Jahren ein mit Mahagoni beladenes Flussschiff, auf dessen Gusseisen „*Albany*" stand, auf den Faröern antrieb, erhielt man eine neue Bestätigung der alten Erfahrungen. Dieser Strom warmen Wassers drängt sich in die Nordsee, wo er an der Küste von Jütland mit einer Schnelligkeit von $1/2$ Meile in der Stunde fliesst und erwärmt alle Küsten der angrenzenden Länder. Ihm verdankt das südliche England grösstentheils sein mildes Klima. Wenn man in

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1838. S. 245 ff.

**) Vorgetragen in der dritten öffentlichen Sitzung der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Kiel, 24. Sept. 1846.

Cornwall Myrthen, Orangen und Agaven im Freien zieht und sie niemals in ein Haus bringt, während man im viel südlicheren Paris diese Pflanzen sorgfältig in Häusern überwintert; wenn an der Westküste von Norwegen bis zum Nordcap hinauf im Winter kein Hafen zufriert: so sind dies Wirkungen jenes tropischen Stromes, der die Wärme vom Aequator bis in die nördlichen Gegenden führt. Eine minder erfreuliche, andere Wirkung dieses erwärmten Wassers an den Küsten von Europa sind die dichten Nebel, welche von der Westküste Irlands an, die westlichen Küsten des europäischen Continents bis hoch hinauf in Norwegen begleiten. Die Ursache dieser Nebel liegt darin, dass das Meer während des grössten Theils des Jahres wärmer ist, als die anstossende Küste, so dass die Wasserdämpfe, wie sie über das Land hinstreichen, verdichtet werden. Die Grösse dieser Wirkung ergibt sich aus der Regenmenge; in *Bergen* beträgt die jährliche Menge des Wasserniederschlages 83 Zoll, in *Stockholm* dagegen nur 19 Zoll. Dieselbe Ursache erzeugt auch die Wintergewitter an der Küste von Norwegen, auf den Faröern und Island; der Unterschied der Wärme der Dämpfe des Meeres und der des Landes ist gerade im Winter sehr gross.

Während der tropische Strom günstig auf die Temperatur der Nordseeküsten einwirkt, bleibt andererseits der Kälte bringende Polarstrom gänzlich von Europa ausgeschlossen, indem er durch die Achsendrehung der Erde im nordatlantischen Meere gegen die Ostküste von America gedrängt wird. Die Erfahrung bestätiget dieses namentlich dadurch, dass die Eisinseln des Polarmeeres sich niemals der Küste von Europa nähern. Diese Verhältnisse der jetzigen Meeresströmungen sind wohl der vorzüglichste Grund, warum das Klima von Europa so sehr viel günstiger ist, als das der andern Welttheile.

An die Betrachtung dieser für Europa so günstigen Verhältnisse knüpft sich unmittelbar die Frage: ob dieselben denn immer so gewesen sind? die Antwort ist *verneinend.* Es lässt sich der Beweis führen, dass die Verhältnisse einst anders waren, dass die Zeit, in welcher sie anders waren, in die jetzige Erdperiode fällt und dass die Veränderung und das Eintreten der gegenwärtigen Verhältnisse zu einer Zeit geschehen ist, wo schon Menschen den Norden von Europa, die Küsten der Nordsee bewohnten.

Gesetzt, der Canal zwischen England und Frankreich wäre geschlossen gewesen und der tropische Strom, der jetzt durch den offenen Canal in die Nordsee und auf diesem Wege bis an die Küsten von Norwegen gelangt, wäre gezwungen gewesen, um Schottland herum seinen Weg zu nehmen, um 8—10 Breitegrade nördlicher in die Nordsee zu gelangen: dann würde ein viel kälteres Wasser die Nordseeküsten bespülen, es würden dort keine Nebel und keine Wintergewitter sein, aber ein viel rauheres Klima. Gesetzt ferner, dass das nördliche Russland nur wenige hundert Fuss sänke, dann würde das Wasser des Weissen Meeres seinen Weg durch die grossen Russischen Seen in die Ostsee nehmen und ein Polarstrom seine Massen von Treibeis bis spät in den Sommer dahin führen. Eine dauernde Verminderung der mittleren Jahreswärme und eine eisige Kälte wären die Folgen dieser Veränderung. Aber solche Verhältnisse bestanden einst.

Es ist eine bekannte geognostische Thatsache, dass den Schichten im südlichen England gleichartige im nördlichen Frankreich entsprechen. Dem Granit und Schiefer in Cornwall stehen die Granite und Schiefer der Bretagne gegenüber. Den Gebilden mittleren Alters im südlichen England entsprechen durchaus ähnliche Gebilde in Nordfrankreich. Die weissen Kreidefelsen von Dover und Calais stehen einander gegenüber. Niemand bezweifelt, dass hier eine Trennung stattgefunden hat; die Frage ist nur, wann wurden diese Schichten von einander losgerissen? Geschah es zu einer Zeit, als der grösste Theil beider Länder noch vom Meere bedeckt war? erfolgte es zu einer Zeit, als Elephanten in Südengland lebten, wie heute an den Ufern des Ganges? oder ist der Mensch Zeuge der grossen Katastrophe gewesen? Englische Naturforscher, welche von der Idee ausgehen, dass die Verbreitung der Pflanzen- und Thierarten von gewissen Mittelpunkten aus geschehen ist, haben auf den Zusammenhang der Flora und Fauna Englands mit denen verschiedener Punkte des europäischen Festlandes hingedeutet, und denselben als einen Beweis angeführt, dass noch in der jetzigen Erdperiode und seit der Entwickelung der jetzigen Pflanzen- und Thierwelt, ein solcher Zusammenhang bestanden habe. Forchhammer geht noch einen Schritt weiter und sucht den Beweis zu führen, dass der endliche Durchbruch des Canals in die Zeit des Menschengeschlechts fällt. Es ist

aber klar, dass die Bildung einer Meeresstrasse, deren Länge von Landsend bis diesseits Dover, von Brest bis an die Belgische Grenze eine Strecke von etwa 70—80 deutschen Meilen beträgt, nicht in einem *kurzen* Zeitraume, oder durch eine *einzige*, schnell eintretende und schnell vorübergehende Katastrophe erklärt werden kann. Man muss vielmehr den gesammten Durchbruch als das Resultat lange dauernder und zu demselben Zwecke wirkender Naturkräfte ansehen. Unter dem endlichen Durchbruch ist daher nur die Zerstörung der letzten Schranke gemeint, welche die Verbindung des Atlantischen Meeres mit der Nordsee auf diesem Wege hinderte.

Vor einigen Jahren machte Van der Wyck (s. oben S. 391 Note) auf die Eigenthümlichkeit der Flüsse aufmerksam, die an den niedrigen und von festem Gestein entblössten Küsten von Belgien und Holland in die Nordsee fliessen, die darin besteht, dass ihre Mündungen einem steten Wechsel unterworfen sind, dergestalt, dass sie sich stets gegen die Seite hinziehen, woher die Fluth kommt und wohin sich die Ebbe wieder zurückzieht. Dieselbe Beobachtung macht man an den gleich beschaffenen nördlicheren Küsten und man bemerkt selbst da, wo ein fester Thonboden dem Einschneiden des Wassers kräftig widersteht, eine langsame Wanderung der Mündungen von Norden nach Süden. An den sandigen Küsten Jütlands dagegen geht diese Wanderung sehr schnell vor sich. Die Mündung der Föhrde von Ringkjöping, an der Westküste von Jütland, welche jetzt im südlichsten Theil dieses langen Meerbusens liegt, war einst im nördlichen Theil, in nicht grosser Entfernung von dem Städtchen Ringkjöping. Sie ist im Laufe einiger Jahrhunderte von der Mitte der Föhrde bis zu diesem südlichsten Punkt gewandert, dessen Name „*Nyminde*“ (neue Mündung) anzeigt, dass diese Veränderung in der Erinnerung des dort wohnenden Geschlechts aufbewahrt ist; man findet sie aber auch auf alten Karten angegeben. Sie würde sich ohne Zweifel noch weiter gegen Süden bewegt haben, wenn nicht in dieser Richtung ein Hügel von blauem Thon ihrer Bewegung wesentliche Hindernisse entgegensetzte.

Die Ursache dieser Wanderung der Mündungen liegt darin, dass die Fluth bei ihrem Eintreten den Ausfluss des Wassers der Flüsse und Bäche hindert und bei ihrem höchsten Stande an vielen Orten denselben vollkommen hemmt und die Wasser

aufstaut. Wenn sich nun die Fluth zurückzieht, tritt ein vermehrter und beschleunigter Ausfluss ein, der dem zurückweichenden Ebbestrom folgt. Dabei wird derjenige Theil der Küste, der gegen die Richtung gewandt ist, in welcher der Strom der Ebbe sich zurückzieht, angegriffen, und wenn er aus losem Material besteht, weggespült. Da nun die Strömung der Ebbe derselben Himmelsgegend zufliesst, woher der Fluthstrom gekommen ist, so werden auch die Mündungen der Flüsse unter den geschilderten Umständen sich immer mehr und mehr gegen jene Gegend hinziehen.

Wirft man einen Blick auf die Karte der Nordsee, so gewahrt man die eigenthümliche starke Beugung, welche die Mündungen der Flüsse in Belgien und Holland annehmen, die alle gegen den Canal gerichtet sind, welcher die Strömung der Fluth gegen diese Küsten führt; man sieht die starken Ausweitungen in dieser Richtung. Betrachten wir auch die alten Rheinmündungen, so belehrt uns ihre Beschaffenheit, dass die Fluth nicht immer durch den Canal in die Nordsee kann eingedrungen sein. Der alte Rheinlauf über *Wyk te Duurstede*, *Utrecht*, *Woerden*, *Leyden* und *Katwyk* (S. 390 und 391), mündete jenseits des letzteren Ortes in die See. Vor der alten Mündung, welche durch die Mauerreste der *Arx brittanica* bezeichnet ist (S. 391), liegt die grosse Sandbank *de Breede Veertien*, hier am breitesten und sich von da *nördlich* ziehend gegen die Texeler Seearme. Dies zeigt an, dass die Strömung der Fluth bis vor etwa 3000 Jahren einzig von Norden eindrang, wie es geschehen musste, so lange der Canal geschlossen war. Erst nach erfolgtem Durchbruch konnte der südliche Fluthstrom eintreten und auf die Flussmündungen wirken. Er geht jetzt durch den Canal eindringend an den Küsten von Belgien, Holland, Deutschland, Dänemark und Norwegen hinauf, während eine von Norden kommende Strömung an den Küsten von Schottland und einem Theil von England hinunterläuft. Pytheas von *Massilia* (Marseille) durchschiffte den Canal schon in der ersten Hälfte des 4. Jahrhunderts vor Christi Geburt. Früher als 1000 Jahre vor Christi Geburt ist der Durchbruch wohl nicht erfolgt, darauf weisen die Veränderungen hin, welche der ehemalige Hauptstrom des Rheins, der sich bei *Katwyk* ausmündete, erlitten hat. So lange der Canal noch geschlossen war, wendete sich der Hauptstrom des Rheins, durch die Niveauverhältnisse des

Landes begünstiget, von *Wyk te Dursteede* nach *Katwyk.* Bei der eigenthümlichen Trichterform des südlich an der Landenge liegenden Meeresbeckens muss in demselben eine gewaltige Anstauung des Wassers der Fluthströme stattgefunden haben. Eine nothwendige Folge des Durchbruchs war zunächst eine Ausgleichung des Wasserstandes und eine Wirkung der kräftigen Fluthströme auf die Küsten von Belgien und Holland, wobei gleichzeitig noch die Wirkung des durch den offenen Canal eintretenden Zweiges des tropischen Stromes hinzutrat. Von jetzt an war die Wirkung von Ebbe und Fluth auf die *Flussmündungen* sehr stark und ungleich stärker, je mehr südlich von der *Katwyk*'schen Rheinmündung eine andere lag, weil damals, ohne Zweifel wie heute, der mittlere Unterschied zwischen hohem (Fluth-) Wasser und niederem (Ebbestand) derselbe vor. Er ist jetzt zu:

Calais	20′
Dünkirchen . . .	18′
Ostende	16′
Vlissingen . . .	13′
Hellevoetsluis . .	10′
Rotterdam . . .	7′
Helder	4′
Emden	7′
Bremerhaven . . .	8′
Cuxhaven	9′
Tönningen . . .	13′

Man sieht hieraus, dass dieser Unterschied von Calais bis Helder immer abnimmt, aus dem einfachen Grunde, weil die Bewegung der Gewässer in dem sich zusammenziehenden Canal gehemmt wird, und von Helder bis an die Schleswig'sche Küste wieder zunimmt, weil der um Schottland herumgehende Theil des Fluthstromes sich gegen die norddeutschen Küsten bewegt. Mit dem Eintritt dieses Verhältnisses wurden die Mündungen der *ableitenden Canäle* des alten *Katwyker Rheins*, die Mündungen der *Waal* und des *Leks* erweitert und ihr wasserabführendes Vermögen vergrössert. Die Wasser des Rheins zogen sich in Folge dessen in die südlichen Ableiter des Stroms, der Katwyker frühere Hauptstrom versiegte nach und nach immer mehr und hörte endlich auf, ein strömender Flussarm zu sein. Da dieses wohl erst 1200 Jahre nach Christi Geburt er-

folgte (S. 394) und die heutigen Hauptströme des Rheins an ihren Mündungen bis auf die neuere Zeit Veränderungen durch Ebbe und Fluth erlitten haben, so kann man die Zeit des Durchbruchs nicht wohl in eine frühere Periode setzen.

Zu den Thatsachen, welche beweisen, dass der Canal bis auf die gegenwärtige Periode geschlossen war, gehört auch die Bildung des *Marschlandes* an den Küsten der Nordsee. Der *Thon* der Marschen kann sich nur bei ganz *ruhigem* Meer absetzen. Wo der Wellenschlag stark ist, da wird Sand und kleines Gerölle, aber nicht Thon abgesetzt. Geht man an der Westküste der Cimbrischen Halbinsel hinauf, so gelangt man, sowie die Inselreihe aufhört, die mit Fanö endiget, in eine Region, wo sich am Meeresufer kein Thon mehr absetzt, und wo sich die Marschbildung nur noch in den Föhrden (Buchten) zeigt. Die Theilchen des Thons sind so fein, dass sie bei der geringsten Bewegung des Wassers schwebend erhalten werden; nur die vollkommenste Ruhe des Meeres gestattet ihren Absatz. Betrachten wir nun die Ausdehnung und Breite des Marschlandes längs der Nordseeküsten, so finden wir die Breite des Marschlandes zunehmend, je mehr wir uns dem Canal nähern, woraus erkannt wird, dass während der Hauptbildung der Marschen die Küsten von Belgien, Holland und eines Theils von Deutschland sich unter Umständen müssen befunden haben, welche dieser Bildung sehr günstig waren. Heute sind die Verhältnisse umgekehrt; der Absatz von Thon wird jetzt durch den Strom von Ebbe und Fluth des Canals verhindert und Holland ist genöthigt, seine Marschländer durch kostbare Bauten gegen den Angriff des Meeres zu schützen, welche dieses früher ohne Hülfe des Menschen so reichlich abgesetzt hatte. Denken wir uns den Canal geschlossen, so sind an diesen Küsten die günstigsten Umstände für die Marschbildung vorhanden. Belgien und Holland liegen alsdann am innersten Theile des grossen Busens der Nordsee, welchem mächtige Flüsse den Schlamm der höhern Gegenden zuführen.

Man hat die Beobachtung gemacht, dass die Schalen des fossilen *Cardium edule*, der häufigsten Muschel der Nordsee-Küste, welche in grosser Menge in den gehobenen Schichten Jütlands vorkommen, grösser sind, als diejenigen, welche jetzt lebend an dieser Küste gefunden werden. Man hat ferner in den alten Strandbildungen zu *Kured* in Schweden, die nur

solche Muscheln enthält, welche nicht in der Ostsee leben, wohl aber der Nordsee angehören, den *Mytilus edulis* von ungewöhnlicher Grösse gefunden; er ist vier- bis fünfmal grösser als derjenige, der in den Uferterassen der Ostseeküste liegt. *) Die Grösse der Schalen einer Muschel-Species hängt nun vorzugsweise von dem Verhältniss der Bewegung des Meeres ab, in der sie lebt und steht im umgekehrten Verhältnisse der Stärke der Bewegung. Im starkbewegten Meere waffnet sich das Thier nach seinem Erhaltungstrieb gegen den starken Wellenschlag dadurch, dass es seine Schalen kleiner, aber zugleich auch dicker macht; so geschieht es heute in der Nordsee, während es in den ruhigen Gewässern des Belts grössere und dünnere Schalen baut. Diesen Beobachtungen zufolge ist also die Nordsee in früheren Zeiten weniger bewegt gewesen, als die Ostsee und als ihre heutigen Gewässer. Dies ist allerdings der Fall gewesen, wenn die Nordsee früher ein durch einen Damm im Süden geschlossener Meerbusen war.

In den Sagen des Volkes ist sowohl auf der Insel *Sylt* als an den Ufern des *Nissumfjords* in Jütland das Ereigniss des Canal-Durchbruchs erhalten. Es hatte eine grosse Ueberschwemmung an der Westküste der Cimbrischen Halbinsel hervorgebracht. Diese Sage schreibt indessen, wie es oft vorkommt, das Naturereigniss der Willkür des Menschen zu. Die Königin von England nämlich habe aus Rache die Halbinsel überschwemmt, weil sie den König von Dänemark nicht zum Gemahl erhalten konnte, obwohl ihr derselbe die Ehe zugesagt hatte **). Diese, an der Westküste der Halbinsel bestehende Sage, erhält durch eine Reihe von Beobachtungen eine gute Unterstützung, welche darthun, dass eine solche Ueberschwemmung wirklich stattgefunden hat. Es ist an dieser Küste, von Ditmarschen bis an den Liimfjord hinauf, ein ganz eigenthümliches Lager von Steinen und kleinem Gerölle verbreitet und liegt an vielen Orten einige Zolle unter der Ackererde, auf der Insel Sylt aber 4—5 Fuss unter der Oberfläche. Die Gesteine dieser Ablagerung sind dieselben, welche anderwärts an der Oberfläche zerstreut liegen, Granitgerölle, Feuersteine, Uebergangssandsteine und ähnliche. Man sieht deutlich, dass die

*) Seite 509.

**) Heimreich, Nordfriesische Chronik I. S. 83.

Kraft, welche diese Ablagerung verbreitete, kein neues Material herbeiführte, sondern nur das sammelte, was zerstreut auf der Oberfläche lag. Die Tiefe des Lagers unter der Ackererde hängt von der Entfernung vom Meere ab. Je näher diesem, desto tiefer liegt es; je weiter von der Küste entfernt, desto mehr an der Oberfläche sieht man es. Ein wesentliches Hinderniss des Ackerbaus, ist es auch ein Feind des Baumwuchses. Seine Verbreitung folgt der Geschiebebildung der Westküste; es fehlt in den Marschen und Sandregionen, wo keine Steine lagen, die fortgespült werden konnten, übersteigt den Höhenrücken der Halbinsel nicht und fehlt gänzlich an der Ostküste, so wie auf den dänischen Inseln. Die grösste Höhe dieser Schicht über dem jetzigen Meeresstande übersteigt wohl nicht 60 Fuss. In dieser ungefähren Höhe hat sie Forchhammer bei dem Dorfe Campen auf Sylt gefunden. Auf grösseren Höhen dieser Insel fehlt dies Lager. Sie wurden also von der wirkenden Ursache nicht mehr getroffen. Hin und wieder sieht man die Ablagerung im Niveau des Meeres. Sie folgt der wellenförmigen Oberfläche des Bodens und bildet ein gleichförmiges Lager von über 100 Quadratmeilen, welches nur an denjenigen Stellen unterbrochen ist, wo die ursprüngliche Bodenfläche keine Steine enthält. Diese Schicht, ein *wellenförmiges*, weitausgedehntes Lager, hat nichts Aehnliches mit einer alten Strandbildung; sie kann auch nicht dem Winde ihren Ursprung verdanken, welcher den Sand wegwirft und die Steine zurücklässt. Wenn der Wind auch gegenwärtig im nördlichsten Jütland auf diese Weise wirkt, so kann er doch nicht aus Thonschichten die Steine bloslegen, weil die Thon-Theilchen sehr fest an einander hängen. Man sieht aber das Steinlager sowohl über Sand als Thon, die mit Geschieben untermengt sind. Die Bildung und Verbreitung desselben kann daher nur einer *Wasserfluth* zugeschrieben werden. Diese kann aber nicht von langer Dauer gewesen sein, weil sie die kleinen Unebenheiten des Bodens nicht ausgeglichen hat, wobei das Lager mit wellenförmigen Biegungen zurückgeblieben ist. Die Thatsache, dass das Steinlager in der Nähe des Meeres am mächtigsten und ausgezeichnetsten ist und sich niemals sehr weit vom Ocean entfernt, zeigt deutlich, dass die Fluth von Westen her gekommen ist. Ihre Höhe über dem gegenwärtigen Meeres-Niveau, wird durch die grösste Höhe bezeich-

net, in welcher sie auf der Insel Sylt bei dem Dorfe Campen liegt.

Was die Zeit betrifft, in welcher sich die Fluth ereignete, so wird dieselbe dadurch angezeigt, dass das Steinlager nur von der Ackererde bedeckt ist. Die Fluth gehört daher der jüngsten Zeit an. Sie hat zum Theil Marschen zerstört; denn man findet unter den Geröllen des Steinlagers abgerundete Stücke von Thon, der ein unverkennbarer Thon der Marschen ist. Die Zeit dieser merkwürdigen Katastrophe fällt also in die jetzige Erdperiode. Ja es lässt sich sogar beweisen, dass sie in den Zeitabschnitt fällt, wo das Land schon bewohnt war. Es kommen nämlich an der Westküste der Halbinsel eine Menge niedriger, flacher Grabhügel vor, welche bei näherer Untersuchung zeigen, dass die Fluthschicht, das Lager von Steinen und kleinem Gerölle, als eine dünne Schicht unter ihrer Oberfläche abgelagert ist. Es ist also die stärkere Wasserbewegung auch hier in ihrer Einwirkung nicht zu verkennen. Die Fluth fand schon Grabhügel vor, welche sie theils mit Steinen bedeckte, theils aufwühlte und zerstörte. Ausgrabungen, die mehrfältig bei durch die Ueberschwemmung zerstörten Grabhügeln gemacht worden sind, haben dargethan, dass diese Gräber den ältesten Zeiten angehören und wahrscheinlich zu einer Zeit aufgeworfen worden sind, wo weder Geräthe oder Waffen von Bronze oder Eisen im Gebrauche waren. Forchhammer hat auf der Insel Sylt einen dieser Grabhügel öffnen lassen. Er fand in demselben Bruchstücke von Eichenkohlen auf einem rohen, aus grösseren Steinen gelegten Pflaster. Darüber zeigten sich verschiedene kleine niedrige Kammern, in denen zerbrochene Töpfe mit calcinirten Knochen standen. Von Waffen oder Metallgeräthen fand sich nichts vor. Man kann daher nicht bezweifeln, dass diese Grabhügel den ältesten Zeiten angehören, aber auch eben so wenig, dass die Fluth zu einer Zeit eingetreten ist, wo schon Menschen das Land bewohnten.

Ohne Zweifel ist diese Fluth dieselbe, welche nach der angeführten Sage so viel Unglück über die Halbinsel gebracht hat; dieselbe, von welcher schon zu den Zeiten Alexanders des Grossen dunkle Nachrichten Griechenland erreichten. Es besteht bekanntlich eine Ueberlieferung von einer *cimbrischen Fluth*, die von vielen Geschichtsschreibern und namentlich von Belgi-

schen und fast allen Niederländischen angeführt wird, grosse Verheerungen machte, und diejenigen *Cimbern*, welche nicht in den Wellen umkamen, nöthigte, ihre Gestade zu verlassen, um sich andere Wohnorte zu suchen. Die Einfälle der Cimbern und Teutonen in den römischen Staat, 100 Jahre vor Christi Geburt, können eine spätere Folge davon sein.

Diese cimbrische Fluth übertrifft an Höhe alle in späteren historischen Zeiten eingetretene Fluthen bei weitem. Die hohe Fluth vom Februar 1825 soll auf der Insel Föhr 14 Fuss über die tägliche Fluth-Höhe gestiegen sein. Sie ist eine der höchsten, historisch bekannnten; aber verglichen mit der Fluthhöhe der cimbrischen Fluth, die auf der Insel Sylt eine Schicht in 60 Fuss Höhe über dem jetzigen mittleren Meeresstande abgesetzt hat, erscheint sie als eine geringe. Man muss dabei aber in Rechnung bringen, dass nach den auf der Insel Amrom gemachten Beobachtungen, die Inseln, zu denen Sylt gehört, seit jener Fluth um etwa 20 Fuss *gehoben* sind, so dass der wahre Unterschied zwischen der Höhe der cimbrischen Fluth und der heutigen täglichen Fluthhöhe, nur auf etwa 40 Fuss angenommen werden darf. Diese Höhe übersteigt indessen die grössten Fluthen der geschichtlichen Zeit fast um das Doppelte. Daraus geht unläugbar hervor, dass diejenigen Ursachen, welche jetzt grosse Fluthen hervorbringen, nicht die alleinigen Ursachen der cimbrischen Fluth können gewesen sein. Eine solche ganz ausserordentliche Fluthhöhe können nicht Springfluthen, nicht westliche Stürmen erklären. Auch nicht Bewegungen des Meeresbodens, wie sie an der Westküste hin und wieder vorzukommen scheinen; sie müssten denn nur ausserordentlich viel stärker auftreten, als seit man sie beobachtete. Wir müssen daher die Ursache der ausserordentlichen Fluth in dem nur einmal eingetretenen Naturereignisse suchen, das nach den oben angeführten Beobachtungen, welche die Volks-Sage unterstützt, kein anderes sein kann, als der Durchbruch des Canals.

Die gesammte Trennung beider Länder, von der Südspitze Englands an, bis herauf an die Ufer der Themse, können wir nicht als auf einmal geschehen annehmen. Es ist klar, dass die Trennung der Länder schon zu jener Zeit weit fortgeschritten sein musste, als in England noch Elephanten lebten; denn im jetzigen Bette des Canals liegen Schichten, welche

Elephanten-Knochen einschliessen. Wenn man daher vom Durchbruch des Canals redet, so ist damit das Verschwinden der letzten Verbindung, der Bruch des Isthnus gemeint, der noch zwischen den, jetzt getrennten, Ländern lag. Die Zeit, in welcher dies erfolgte, ist auch die Zeit des unmittelbaren Eindringens der Gewässer des Atlantischen Meeres in die Nordsee. Die eigenthümliche Trichterform des Canals erklärt die grosse Höhe, welche jetzt noch die Fluth im Canal erreicht. Es ist klar, dass eine Anstauung des Wassers durch diese Form bewirkt wird, welche noch viel grösser gewesen sein muss, so lange die Spitze des Trichters geschlossen war und dem Wasser kein Ausfluss offen stand. Gegenwärtig noch steigt die Fluth in dem geschlossenen trichterförmigen Meerbusen von Bristol zu der ganz ausserordentlichen Höhe von 40 Fuss und darüber. *Bristol* liegt am *Avon*, 8 englische Meilen oberhalb seiner Mündung in den Meerbusen (Bristol Channel); dessen ungeachtet landen mit der hohen Fluth die grössten Kauffahrteischiffe an seinen Quais. In dem *Wye*, der unterhalb *Chepstow* sich in den Severn mündet, steigt die Fluth zu der enormen Höhe von 50 bis 60 engliche Fuss und zuweilen darüber, so dass Schiffe mit den schwersten Ladungen bis zu genannter Stadt gelangen können, die Schifffahrt aber wegen der Heftigkeit der Wasserbewegung gefährlich ist. *) So lange der Canal noch nicht durchbrochen war, musste in seinem geschlossenen Ende die Fluth zu noch grösseren Höhen gestiegen sein. Man sieht daher leicht ein, dass eine so gewaltige, aufgestaute Wassermasse, nachdem sie die letzten Reste des Dammes durchbrochen hatte, mit ungeheuerer Kraft und bis zu früher und später ungekannter Höhe, die gegenüber liegenden flachen Küsten der cimbrischen Halbinsel überfluthen musste.

Durch welche Naturbegebenheiten der Durchbruch vorbereitet worden ist, lässt sich einigermassen einsehen, wenn man in die Untersuchung eingeht, welche zur Erkenntniss derjenigen Veränderung der Erdoberfläche führt, die ohne Zweifel den endlichen Durchbruch veranlasst und überhaupt einen grossen Einfluss auf die Gestaltung der baltischen, so wie der Küsten der Nordsee ausgeübt hat. Es ist dies eine

*) J. R. Macculloch, statistical account of the brithish empire, vol. I. p. 41.

Veränderung der gegenseitigen Höhenverhältnisse zwischen Meer und Land.

An den westlichen Küsten von Holstein, Schleswig und Jütland kann man überall deutlich nachweisen, dass einst ein niedrigerer Wasserstand da gewesen ist. Bei der Insel Romöe liegen untermeerische Wälder bis zu einer Tiefe von 10 Fuss unter der täglichen Fluthhöhe. An der Westküste der Insel Sylt liegen ungefähr in derselben Tiefe Moore, deren Torf grösstentheils aus Sumpf-Pflanzen des süssen Wassers gebildet und in denen eine Menge von Birkenstämmen begraben ist. Derselbe untermeerische Süsswasser-Torf kommt im Meere zwischen *Föhr* und dem festen Lande so häufig vor, dass er in früheren Zeiten zu einer eigenthümlichen Salzgewinnung benützt wurde, indem man den Torf trocknete, verbrannte, aus der Asche die Salze auslaugte und die Lösung derselben abdampfte. Diese eigenthümliche, längst verlassene Salzbereitung wurde Jahrhunderte lang fortgeführt, was die grosse Ausdehnung dieser untermeerischen Moore anzeigt. An der Insel Oland liegen Baumstämme unter denselben Verhältnissen auf dem Meeresgrund, wie um Romöe, und unter den Süd-Schleswigschen und Holsteinischen ältesten Marschen liegen überall Torfmoore. Das ist der Grund, warum hier die älteren Marschen tiefer liegen, als die neueren, welche auf See-Sand abgesetzt sind; jene sanken ein, weil ihre Moor-Unterlage durch den Druck der Marsch-Erde zusammengepresst worden ist. Die Wilstermarsch schwebt gleichsam auf einem noch flüssigen Moor; wenn man ihre Marscherde durchsticht, trifft man auf schwarzes mooriges Wasser. Aehnliche Verhältnisse zeigen die südlicheren Marschen an der deutschen und holländischen Küste. An den Küsten von England ziehen sich untermeerische Wälder von Cornwall bis nach Yorkshire herauf; man sieht sie wieder an der Nordküste von Frankreich und selbst an der Küste von Spanien. Forchhammer hat ähnliche Bildungen gegen Norden bis in die Nähe des Liimfjord verfolgt und auch an der Westküste von Bornholm einen untermeerischen Wald gefunden; Nilsson hat, wie oben S. 502 angeführt ist, untermeerische Torfmoore an der Südküste von Schonen beobachtet. Man hat also Zeichen des vom Meere bedeckten Landes von 57° nördlicher Breite bis etwa unter 40° und von 15° östlicher Länge bis 10° westlicher Länge und

augenscheinlich hat sich diese Wirkung nicht allein auf die Küsten beschränkt, sondern mehr oder weniger auch das Innere der Länder getroffen. Auf der cimbrischen Halbinsel hat sie eine merkwürdige Versumpfung veranlasst, zunächst als Folge des, durch höheren Stand des Meeres verhinderten Abflusses des Regenwassers.

Die Bäume der untermeerischen Waldungen gehören sämmtlich wohlbekannten, jetzt noch lebenden Bäumen derjenigen Gegenden an, in welchen diese Bildungen liegen. Die Pflanzen der untermeerischen Moore scheinen auch nicht verschieden zu sein von den Pflanzen unserer heutigen Moore. Die Katastrophe der grossen Senkung fällt also entschieden in die jetzige Erdperiode. Unter den Bäumen, welche in den untermeerischen Mooren der Cimbrischen Halbinsel liegen, ist die Föhre, Pinus sylvestris, sehr häufig. Sie war hier in vorgeschichtlicher Zeit ein sehr verbreiteter Waldbaum, ist aber später aus noch unbekannter Ursache gänzlich verschwunden. Sehr viele Ortsnamen zeigen an, dass die älteste Bevölkerung die Föhre als Waldbaum gekannt hat. Die Senkung fand also zur Zeit der Föhren-Vegetation statt und ehe man geschichtliche Nachrichten von Föhren-Wäldern hatte. In einem untermeerischen Moore, das man während einer Hafen-Arbeit bei Hussum in Schleswig entdeckte, lag mitten in einer von Moor überwachsenen Ablagerung von Birkenstämmen, ein Hügel von der Form der gewöhnlichen Hünengräber, dessen Gipfel mehrere Fuss unter der täglichen Fluthhöhe lag und in welchem man Feuerstein-Messer fand. Der Hügel war natürlicherweise aufgeworfen, ehe die Senkung des Landes eintrat und diese erfolgte somit in dem Zeitraum, zwischen der Zeit, in welcher die Bewohner des Landes Feuerstein-Waffen brauchten und der Zeit, in welcher die Föhre als Waldbaum verschwand. An der Küste von Cornwall hat man unter ähnlichen Verhältnissen Menschenschädel gefunden. Nach diesen Beobachtungen kann man das Eintreten der grossen Senkung, welche zum Theil die Beschaffenheit der Küsten des nördlichen Europas bestimmt hat, mit Sicherheit nach der ersten Bewohnung des Landes durch Menschen festsetzen. Die ältesten Marschen ruhen auf gesenkten Torfmooren und sind daher jünger als die Senkung. Die Bäume der gesenkten untermeerischen Wälder wurzeln in Sand. Das Hünengrab im Meere bei Hussum ist aus Sand aufgeworfen.

Von der Föhrde von Nissum ab gegen Süden, zieht sich nach FORCHHAMMER in einer Entfernung von etwa vier Meilen vom jetzigen Strande, eine Kette von niedrigen Dünen hin, die zum Theil eingerissen sind. Man kann sie durch ganz Schleswig und einen grossen Theil von Holstein verfolgen, wo sie Zeugschaft von dem Stande des Meeres *nach* der grossen *Senkung* geben. Unter diesen alten Dünen hat man nirgends Marschland gefunden, ein klarer Beweis, dass die Senkung des Landes der Bildung der Marschen vorangegangen ist. Während der Dauer der Senkung haben die grossen Strecken niedrigen Landes, die unter Wasser gesetzt waren, ohne Zweifel weit hinausreichende Bänke an den Küsten gebildet und in dieser Lage sowohl durch den Schutz gegen den Wellenschlag, als durch die Thonmassen der Oberfläche des gesenkten Landes, die Veranlassung zu einer schnellen und mächtigen Marschbildung gegeben.

Die Tiefe bis zu welcher das im Meeres-Niveau liegende Land *unter* den Meeresspiegel gesenkt worden ist, war wohl an verschiedenen Orten sehr verschieden. Ein untermeerischer Föhrenwald bei der Insel Romöe liegt 10—12 Fuss unter der jetzigen Fluthhöhe; ungefähr in derselben Tiefe liegt der Boden des submarinen Birkenwaldes bei Hussum. An der Westküste der Insel Bornholm liegen die Föhrenstämme 27 Fuss unter dem jetzigen Meeresspiegel. Die Senkung ist aber sonder Zweifel noch grösser gewesen, einmal, weil diese Wälder gewiss nicht alle gerade im Niveau des Meeres gestanden sind, und für's Andere, weil das Land seit jener grossen Senkung wieder gehoben worden ist.

Da das Holz der Stämme und der Stubben in den untermeerischen Waldungen sich wohl erhalten zeigt, so kann man annehmen, dass die Senkung *schnell* erfolgt ist. Bekanntlich wird das Holz durch Einsenken in Wasser vor der Verwesung geschützt, die unter dem Einfluss der Atmosphäre bald eintritt. Wäre die Senkung langsam und allmählig vor sich gegangen, so würde das Holz unter dem gleichzeitigen Einfluss von Feuchtigkeit und Luft in Vermoderung übergegangen sein, ehe es noch durch Untertauchen unter das Meer den zerstörenden Einwirkungen entzogen worden wäre.

Die Folge der Begebenheiten des Canaldurchbruchs kann daher wohl sein:

1. Durch die Senkungen und Hebungen des Bodens wurde die Trennung zwischen dem Festland und dem heutigen England immer mehr vorbereitet, da sie ohne Losreissung der Schichten nicht erfolgen konnten, sobald die Bewegung der gegenüberliegenden Länder ungleichförmig oder von entgegengesetzter Art war. Die letzte grosse nordeuropäische Senkung hat einen beträchtlichen Theil der noch bestehenden Landenge unter Wasser gesetzt, ihre Breite und Höhe vermindert und dadurch den späteren *Durchbruch befördert.* Das Land war schon von Menschen bewohnt.

2. Durch diese Senkung wurde zunächst auch die *Marschbildung* eingeleitet. Grosse Strecken, Flächen mit Geschieben und sandigen Thonlagen bedeckten Landes wurden unter das Meeres-Niveau versetzt und von den Wellen aufgewühlt. Ueber den Untiefen wurde in dem ruhigeren Wasser der Thon abgesetzt. Da zu jener Zeit die Nordsee einen grossen durch die Landenge begrenzten Meerbusen bildete, so war die Marschbildung da am meisten begünstiget und erfolgte in dem grössten Maasstabe, wo das Wasser am wenigsten bewegt, der Wellenschlag am schwächsten war, nämlich in seinem innersten Theile. Auf diese Weise entstand die älteste Marschbildung. Alle spätere ist grösstentheils nur eine Umbildung der älteren, die durch jüngere Fluthen theilweise zerstört worden ist. Nach jeder der gewaltigen Sturmfluthen, die nach längeren Zwischenräumen eintreten, geht die Marschbildung immer schnell und in grösserem Maasstabe vor sich. Wie man an den Küsten der cimbrischen Halbinsel weiter gegen Norden hinaufkommt, wo keine alten Marschen liegen, sieht man auch keine neueren entstehen; das Wasssr ist nicht mehr getrübt und setzt da und dort an den günstigsten Stellen nur Spuren von Marscherde ab.

3. Nun folgte der *Durchbruch des Canals.* Die hoch aufgestauten Gewässer ergossen sich über die flache Küste weit hinein in das Land als zerstörende Fluth. Von ihr hat sich eine dunkle Sage erhalten; sie soll das Volk der *Cimbern* aus seinen Wohnsitzen getrieben haben*) und wird desshalb die *Cimbrische Fluth* genannt. Sie verbreitete das Lager von

*) Florus lib. 3. cap. 3: „Cimbri Theutoni atque Tigurini ab extremis Galliae profugi, cum terras eorum inundasset Oceanus, novas sedes toto orbe querebant.“

Steinen und kleinen Geröllen über die Westküste der Halbinsel. Ein Zweig des *wärmeren Golfstroms* drang jetzt durch den offenen Canal ein und nahm seine Richtung längs der Westküste der Halbinsel und Norwegens, wie er sie heute noch hat. Eine unmittelbare Folge davon war eine Erwärmung des Küstenlandes, eine langsam steigende mildere mittlere Temperatur der Länder, die der tropische Strom von nun an bespülte.

So traten nach und nach die gegenwärtigen Verhältnisse ein, während durch die Einwirkung des Meeres, verstärkt durch den Golfstrom, grosse Theile Landes auf beiden Seiten des Canals verschlungen wurden. Die Holländischen und Zeeländischen Küsten allein haben nur seit der Römerzeit einen Landstreifen von wenigstens zwei Stunden Breite verloren. Dadurch wurden namentlich auch die Gewässer der alten Rheinströme, welche früher nördlich flossen, bei Katwyk und in der Richtung der Südersee sich in die Nordsee ausmündeten, nach Süden gezogen, wo das starke Wegfallen der Ebbe tiefere Canäle ausspülte, und die südlichen Ableiter der Rheingewässer ausserordentlich begünstigte.

Man kann also nachweisen, dass das Klima im nordwestlichen Theil von Europa in Folge dieses Canaldurchbruchs *milder* geworden ist, der durch die grosse letzte Senkung der Länder, durch den Andrang der Fluth und des Golfstroms verursacht wurde. Es lässt sich nach Forchhammer *) aber auch nachweisen, dass einst, und vor dieser Katastrophe, ein *kalter* Strom aus dem Polarmeer in den ehemaligen Busen der Nordsee ausmündete; es lässt sich darthun, dass die kalten Wasser des weissen Meeres einst durch die grossen Russischen Seen mit der Ostsee in Verbindung standen.

Das ganze nördliche Russland hat bekanntlich nur eine sehr geringe Höhe über dem Meere, und ebenso Finnland, wo noch im vorigen Jahrhundert eine Wasserverbindung auf den Flüssen zwischen dem weissen Meer und dem Bottnischen Meerbusen bestand. Es ist kaum eine Wasserscheide aufzufinden. Ein Blick auf die Karte zeigt, dass der tief in's Land eindringende Finnische Meerbusen mit dem weissen Meere durch ein System von Seen, worunter der Ladoga und der Onega

*) Am a. O.

die grössten, in Verbindung standen. Diese Seen sind einzelne tiefere Becken des ehemaligen, zusammenhängenden Meeres, in denen ein Theil des Wassers zurückgeblieben ist, das jetzt durch die meteorischen Niederschläge erhalten wird. Es ist ausgemacht, dass ganz Scandinavien und ein grosser Theil des angrenzenden Russlands seit langer Zeit in einer fortwährenden allmähligen Erhebung begriffen (S. 499) und dass die seculare Erhebung in den nördlichsten Theilen dieser Länder am grössten ist. Man braucht daher nur wenige Jahrhunderte zurückzugehen und findet dann das nördliche Russland *unter* dem Meeresniveau und einen breiten Strom aus dem nördlichen Polarmeere von Osten her sich in die Nordsee bewegend. Eisige Kälte wurde dadurch an den Küsten der Cimbrischen Halbinsel verbreitet. Dass einst die Gewässer des kalten Polarmeeres wirklich jene Küsten bespült haben, zeigen die Schalthiere der alten Strandbildungen der Westküste Scandinaviens (S. 509); dass das Meer einst das nördliche Russland bedeckte, beweisen die sehr wohl erhaltenen Schalthiere des Arctischen Meeres, welche Murchison und Kaiserling an den Ufern der Dwina bis zu dem Punkte ihrer Verbindung mit der Wologda in einem feinen geschichteten Sande gefunden haben. Der südlichste Punkt, wo solche Muscheln liegen, ist weiter vom weissen Meere entfernt, als dieses vom Onegasee. Solche Sandschichten fehlen in der Gegend von Petersburg und in Finnland; sie können sich natürlicherweise nur in einem ruhigen Meere absetzen, nicht da, wo ein Strom dasselbe in beständiger Bewegung erhält.

Die Beschaffenheit der *Flora* der früheren Zeiten gibt ebenfalls Thatsachen an die Hand, dass die Cimbrische Halbinsel einst ein kälteres Klima gehabt hat. Dieses musste der Fall sein, wenn das Polarmeer im Norden von Russland früher seine eisigen Gewässer vom weissen Meere her in die Nordsee sandte. Professor Steenstrup hat bei einer sorgfältigen Untersuchung der Waldbäume der alten Torfmoore bei Kopenhagen das Resultat erhalten, dass in der grössten Tiefe der Moore die Ueberreste der *Espe*, Populus tremula, liegen. Dies ist also der älteste Waldbaum jener Gegend, von welchem das Torfmoor Nachricht gibt. Dann folgt die *Föhre*, auf diese die *Eiche* und endlich die *Buche*.

Die *Birke* kommt in allen Lagen der Moore vor und zeigt

auch heute in ihrer Verbreitung eine grosse Fügsamkeit nach den Klimaten. Die *Buche* geht jetzt nördlich hinauf bis an den Wennersee in Westgothland. Die *Espe* ist auf der Cimbrischen Halbinsel derjenige Baum, welcher den grössten Widerstand gegen ein ungünstiges Klima leistet. Kein Baum verträgt die Stürme des westlichen Theils der Halbinsel wie dieser, und kein anderer Waldbaum tritt so nahe an die Ufer des Meeres. Diese von Steenstrup in den Torfmooren nachgewiesenen Vegetationsperioden zeigen eine fortwährende Milderung des Klimas von der Zeit der Espe an, des ersten und einzigen Waldbaums, bis zum Auftreten der Buche, welche jetzt am Ufer der Ostsee schöne Wälder bildet. Dieses langsame Fortschreiten zu einer Vegetation von milderem Charakter beweist, dass die Verbesserung des Klimas eine allmählige war und verhält sich in dieser Beziehung ganz so, wie die älteren und grösseren geognostischen Veränderungen der Erdoberfläche, welche lange Zeiträume erfordert haben. Eine Reihe von Menschengeschlechtern lebte in der Zeit dieser letzten langsamen Veränderungen des Klimas der Länder am Canal und der Cimbrischen Halbinsel, ohne dass sie wohl selbst diesen Vorgang beobachtet haben.

Eine genaue Untersuchung der Schalthiere des Meeres der Schwedischen Küste bei Gothenburg, und der Conchylien der Strandbildung von Uddevalla, haben den Professor Lovén in Stockholm zu dem Resultate geführt, dass die Schalthiere des gehobenen Strandes zwar der jetzigen Erdperiode angehören, aber einen viel mehr nördlichen Charakter an sich tragen, als die heutigen Bewohner des Meeres dieser Scheerenküste. Wir können also durch die Verhältnisse der Flora und der Fauna vollständig beweisen, dass das Klima sich in den genannten Ländern während der jetzigen Periode verbessert und überzeugen uns auch, dass die Veränderungen der Meeresverhältnisse eine entsprechende Veränderung des Klimas zur Folge gehabt haben.

Nachdem wir eine klare Einsicht in die Verhältnisse erhalten haben, unter denen die klimatische Verbesserung eingetreten ist, hält es nicht schwer, aufzufinden, unter welchen Verhältnissen eine Veränderung im entgegengesetzten Sinne, eine *Erkältung* des nordwestlichen Europas und also eine Verschlechterung des Klimas erfolgen würde und möglich wäre. Verändert

sich die jetzige *aufsteigende Bewegung* von Finnland und vom nordwestlichen Russland in eine entgegengesetzte *sinkende Bewegung* und *sinken* diese Länder wieder *unter* den Spiegel des Meeres zurück, aus dem sie einst emporgestiegen sind, so nimmt der Polarstrom seinen Weg durch die Ostsee und das Kattegat und erfüllt diese grossen Binnenmeere während des grössten Theils des Jahres mit Eis. Das klimatische Verhältniss der betreffenden Länder wird sich alsdann demjenigen der Ostküste Americas nähern; Buchenwälder und Waizenbau sind dann nicht mehr möglich.

Nach dem gegenwärtigen für Europa so günstigen Verhältnisse der Meeresströmungen, geht der Aequatorialstrom des stillen Meeres zwischen den Ostindischen durchbrochenen Inselgruppen hindurch, setzt seinen Lauf gegen Westen fort, wird aber an der zusammenhängenden Ostküste Americas gänzlich abgebogen und gegen Europa gewendet. Würde durch irgend ein Naturereigniss Südamerica von Nordamerica getrennt, so dass ein zwischenliegender breiter Canal der Strömung einen Ausweg gegen Westen öffnete, so würde ein grosser Theil des warmen Wassers nicht mehr an die Küsten von Europa gelangen, dessen erwärmender Einfluss wäre also sehr vermindert und das Klima verschlechtert.

Allmählige Erhöhung des Bodens.

An *bewohnten* Orten, besonders da, wo viele Menschen beisammen wohnen, wird der Boden allmählig erhöht. Alle Tage werden grosse Massen Baumaterialien in volkreiche Städte eingebracht, deren Schutt nur zum kleinsten Theil entfernt wird. Abfälle aller Art sammeln sich nach und nach an und werden der Erde in der unmittelbaren Nähe der Wohnungen eingemengt. Aus diesem Grunde finden wir vielfältige Beweise der Erhöhung des Bodens an solchen Orten, die seit uralten Zeiten von grossen Menschenmassen bewohnt gewesen sind.

In der Gegend des alten *Roms* sind viele vordem gepflasterte Stellen nunmehr mit einer Erdlage bedeckt. Der *Campo Vaccino* liegt unter einer Erddecke; die *Via Appia* trägt Anhöhen über sich. Die *Via Flamminia* fand man zwischen Otriculi und Castel nuovo auf eine Länge von 3 Meilen tief unter der Erde. Zu *Bologna* wurden mehrere alte Strassenpflaster lagenweise unter dem heutigen gefunden. Im ältesten Theil

von *Paris* findet man beim Fundamentgraben den natürlichen Boden erst in einiger Tiefe. Man muss erst durch eine Lage uralten, wahrscheinlich römischen Bodens niedergehen. Zu *Warschau* fand man 1821 beim Fundamentgraben in einer Tiefe von mehr als 6 Fuss ein Backsteinpflaster und mehrere Büsten und Statuen.

Die fortschreitende *Torfbildung* trägt ebenfalls zur Erhöhung des Bodens bei, indem die nach einander erstehenden Pflanzengenerationen durch ihre Reste die Masse allmählig vermehren. Das zeigen die vielen Fälle der Auffindung von Werken menschlichen Kunstfleisses in verschiedenen Tiefen der Moore. S. oben S. 343.

An Abhängen und am Fuss von Anhöhen errichtete Gebäude der Römer sieht man jetzt unter einer mehrere Fuss starken Erdlage. In einem grossen Theil der Ebene von *Morea* sieht man am Fusse von Anhöhen eine regelmässige Schicht abgelagert, die aus einem Gemengsel von Ziegeln, Backsteinen, Töpferwaaren, allerlei Werken der Menschenhand besteht, mit Ackererde und durch Wasser zusammengeschwemmtem Boden untermischt ist. Dieser Bildung gab Boblay *), ihr Beschreiber, den Namen *Keramische* Bildung, vom griechischen Wort *Keramos*, *Töpfergeschirr*.

Sediment-Bildung durch *Infusorien* und *Polythalamien*.

Die *Infusorien*, das „*kleinste Leben*“ im Raume **), in jedem trüben Wasser, im Schlamm, in feuchter Erde, in dem Weltmeer, wie in dem Eise der Polarländer in überraschender Weise thätig, bilden durch ihre Selbsttheilung und unglaubliche Vermehrung fort und fort in grossen Massenverhältnissen auftretende Absätze. Ihre aus *Kieselerde* bestehenden Schalen, *Kieselpanzer*, hinterbleiben nach ihrem Absterben als ein weisslicher, feinerdiger Staub, als Bodensatz der Gewässer, oder zerstreut im Schlamm und in der Erde. Die kleinsten der Infusorien, die *Monadinen*, erreichen nur einen Durchmesser von

*) Ann. des Mines 1833.

**) Ehrenberg, die Infusionsthierchen 1838; dessen Abhandlungen: *Verbreitung der mikroskopischen Organismen in Africa*, Berl. Acad. 1843 und *Ueber das kleinste Leben im Ocean*, gelesen in der Acad. der Wiss. zu Berlin, 9. Mai 1844. Ueber das mikroskopische Leben in Süd- und Nordamerica 1844.

$^1/_{300}$ Linie und doch bilden diese kieselschaligen Thierchen in feuchten Gegenden unterirdische Schichten von der Dicke mehrerer Lachter.

Auf einem solchen mitunter belebten Infusorienlager steht ein Theil der Stadt *Berlin.* Es erscheint in der Form eines Torf- und eines Thonlagers, welches sich längs der *Spree* ausbreitet, in bedeutende Entfernung von ihrem Ufer sich erstreckt und auch an den Ufern der *Havel* bei *Potsdam* auftritt. Es hat meist zwischen 5 und 6 Fuss Dicke, stellenweise bis 15 Fuss und darüber, an einigen Punkten selbst 70 Fuss Mächtigkeit und an anderen sogar über 100 Fuss. Wo das Lager torfartig ist, besteht es aus einem Gemisch von Infusorien und von Pflanzenresten; wo es thonig ist, besteht es fast allein aus Infusorien. Letztere Masse lässt sich zu Backsteinen verarbeiten, die fest und ausserordentlich *leicht* sind. Aus solchen lockeren Infusorienmassen kann man sogar *schwimmende Backsteine* formen.

Von der unglaublichen Vermehrung dieser Thierchen erhält man eine Vorstellung durch Ehrenberg's Beobachtungen, wornach ein Individuum Hydatina serta sich in 11 Tagen auf 4 Millionen vermehrte. Am ausserordentlichsten aber ist die Vermehrung bei den *Vorticellen* und in diesen die *grösste zeugende Kraft* der Natur. Aus *einer Vorticella* können unter günstigen Umständen in 24 Stunden gegen 16 Millionen Individuen entstehen.

Dies erklärt die Erscheinung von Milliarden solcher Thiere auf der Oberfläche von Gewässern. Handdick sieht man sie nach Ehrenberg *) die Gewässer im *Berliner Thiergarten* bedecken, so dass man leicht in einem Tag $^1/_4$—$^1/_2$ Ctr. davon sammeln kann. Nach diesen Wahrnehmungen und bei der Unvergänglichkeit ihrer Kieselpanzer ist ihre Ablagerung in grossen Massen nicht mehr zu bewundern. Wenn die sehr häufige *Gallionella distans*, von welcher 1 Cubikzoll ungefähr 41 Millionen Individuen enthält, sich ebenso schnell vermehrt wie eine *Vorticella*, so kann sie in nicht ganz 2 Tagen 1 Cubikfuss Kieselerde erzeugen.

Die *Polythalamien (Foraminifères,* d'Orbigny, *Fächercorallen*, Ehrenberg) sind *Kalkthierchen.* Es sind Zoophyten, die

*) Die fossilen Infusorien und die lebende Dammerde. Berlin 1837.

einen vielkammerigen Polypenstock von kohlensaurer Kalkerde bilden und meist so klein sind, dass man sie mit blossem Auge nicht wahrnehmen kann. In einem Kubikzoll sind viele Tausende bis über 1 Million enthalten. Ihr Gehäus besteht aus einer in Fächer oder Zellen abgetheilten Röhre. Das Thierchen bewohnt gleichzeitig alle Abtheilungen. Es bildet sich die Zellen, welche durch Löcher mit einander verbunden sind, theils gerade über einander, theils abwechselnd auf die eine und die andere Seite, theils in einer Spirallinie. Manche dieser Thierchen verzweigen sich zugleich, bilden Sprossen, wobei Bündel von Individuen entstehen. Sie bilden oft den Haupttheil des Kalksandes an den Küsten. Soldani hat sie schon im vorigen Jahrhundert mit grossem Fleiss bei Rimini gesammelt und in seinem Werke *Testaceographia microscopica* 1789 beschrieben und abgebildet.

Gewöhnlich sind diese kleinsten Thierchen mit ebenso kleinen Pflanzenorganismen, mit Pflanzentheilchen, Blüthenstaub u. s. w. vermengt, welche wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung solcher Absätze nehmen. Es sind namentlich die Pflanzenorganismen der Geschlechter Diatomeæ, Bacillaria, Closterium, Euastrum, Phycastrum u. m. a., (die Ehrenberg zu den Infusorien zählt), häufig mit diesen und mit Polythalamien gemengt.

Die Schlammabsätze der Flüsse bestehen nach Ehrenberg's Untersuchungen *) also nicht allein aus zerriebenen und chemisch zersetzten mineralischen Massen und Pflanzenresten, sondern wesentlich auch aus kleinsten Thier- und Pflanzenorganismen. Der Schlick der *Elbe* zu *Cuxhaven* besteht zur Hälfte seines Volumens aus kieseligen Infusorienpanzern und kalkigen Polythalamien.

Der Schlamm, der sich im Hafen von *Wismar* an der Meklenburgischen Ostseeküste absetzt, besteht aus 0,05 bis 0,25 desselben, theils aus noch lebenden, theils aus den leeren Kieselpanzern todter Infusorien. Nach amtlichen Berichten, die sich auf 7½monatliche Beobachtungen stützen, bilden sich in diesem Hafen wöchentlich 36 Last Schlamm, jede Last zu 6000

*) Beobachtungen über die wichtige Rolle, welche die mikroskopischen Organismen bei Verschlammung der Häfen von *Wismar* und *Pillau*, bei Absetzung des Schlicks im *Elb*-Bette zu Cuxhaven spielen u. s. w. Berlin. Acad. 1841. März 15.

Pfund, was im Jahre 1872 Lasten oder 112,320 Centner oder 11,232 Cubikmeter à 500 Kilo ausmacht. Dies beträgt in einem Jahrhundert 187,200 Lasten = 11,232,000 Centner oder 1,223,200 Cubikmeter, angenommen, dass 500 Kilo = 10 Ctr. dieses Schlamms einen Cubikmeter erfüllen. Die erkennbaren Thierorganismen mögen 0,1 davon betragen; sie machen also im Jahr einen Absatz von 11123,2 Cubikmeter aus.

Der Schlammabsatz des *Pillauer* Hafens am frischen Haff an der Preussischen Ostseeküste besteht bis zu 0,25—0,50 seines Volumens aus organischen Wesen, deren Absatz im Jahre 7,200 bis 14,000 Cubikmeter beträgt. Die Infusorienabsätze beider Orte gehören meerischen Formen an, was sich zu Pillau daraus erklärt, dass der Nordwind das Meerwasser oft in den Pregelfluss hineindrängt.

Im Meere leben Infusorien in allen Breiten bis in die Nähe beider Pole; ja die mikroskopischen Lebensformen des Südpol-Meeres bieten einen ganz besonderen Reichthum oft sehr zierlicher Bildungen dar. Die überwiegende Menge dieser Organismen, mit welchen auch das allerreinste Wasser des Oceans bevölkert ist*), besteht aus *kieselschaligen*. Die *Kieselsäure* woraus diese Organismen ihre Kieselschalen bauen, ist im Meerwasser *aufgelöst*, das nach Forchhammer im Maximum $^1/_{33,333}$ davon enthält. Angenommen, dass von den in Gesteinen vorkommenden Thierchen oft über 1 Million auf jeden Cubikzoll und über 10 Millionen auf ein Pfund des Gesteins kommen, so beträgt das Gewicht eines solchen Thierchens höchstens 0,000,576 Gran. Dieses können wir, abgesehen von dem Gewichte der organischen Materie, als das Gewicht eines Kieselpanzers annehmen. Bei dem angeführten Kieselsäuregehalt des Meerwassers fordert die Menge Kieselsäure des Panzers 19,2 Gran Meerwasser, wenn das Thierchen den ganzen Gehalt desselben an Kieselsäure zur Bildung des Panzers verwendet. Diese Menge Meerwasser, ungefähr 19 Tropfen, nimmt einen verhältnissmässig grossen Raum ein, wenn wir sie mit der Wirkungssphäre eines Infusionsthierchens von $^1/_{24}$ bis $^1/_{288}$ Linie vergleichen, das im Momente seiner Entstehung noch viel kleiner ist. Ein

*) Ehrenberg, über das kleinste Leben im Ocean, eine Abhandlung, gelesen in der Acad. der Wiss. zu Berlin am 9. Mai 1844. Vgl. Kosmos S. 369 und 488.

solches Thierchen muss also mindestens 33333 Mal so vie Wasser verschlucken als es wiegt, in so fern es alle Kieselsäure aus dem Meerwasser abscheidet und aufnimmt. Da aber wahrscheinlich nur ein kleiner Theil dieser Kieselsäure beim Durchgang des Wassers durch den Organismus des Thierchens zurückgehalten wird, so muss das Vielfache des Wasserquantums wohl noch viel grösser seyn. Bedenkt man endlich die schnelle Entwickelung solcher Infusionsthierchen und setzen wir dafür eine Zeit von 24 Stunden an, so geht innerhalb derselben mindestens das 33333fache ihres eigenen Gewichtes an Meerwasser durch ihren Organismus. Diess ist aber eben so viel, als wenn ein Mensch von 150 Pfund Körpergewicht in 24 Stunden 5 Millionen Pfund Wasser, das ist nahezu einen Cubikfuss in der Sekunde, durch seinen Körper führte, eine Wassermenge, womit man oberschlächtige Mühlenräder treiben kann!

Erwägt man diese eigenthümliche Function der Infusionsthierchen, so kann man sie nicht unpassend mit Pumpwerken vergleichen, welche ununterbrochen fort und fort Wasser einsaugen, aus welchem sie vermöge eines eigenthümlichen, sehr kräftigen Secretionsvermögens diejenigen der darin gelösten Stoffe aufnehmen, die sie theils als Nahrungsmittel, theils zum Baue ihrer Panzer gebrauchen *). Bedenkt man, dass diese kieseligen Bildungen unter unseren Augen Schichten von vielen Klaftern Mächtigkeit und von meilenweiter Ansdehnung bilden, so leuchtet wohl ihre grosse geologische Bedeutung von selbst ein. Wenn man das Gewicht eines kieseligen oder kalkigen Panzers eines Infusionsthierchens zu 0,0005 Gran annimmt, wie es oben geschehen ist, und die Vermehrung der Räderthierchen zu Grund legt, die sich in der Zeit eines Tages vervierfachen, so dass das einzelne Thierchen in 10 Tagen 40 Eier legt, wobei also von *einer* Mutter am 10. Tage eine Million, am 20. Tage eine Billion, am 30. Tage eine Trillion Thierchen entsteht: so berechnet sich das Gewicht der kieseligen oder kalkigen Panzer auf 65000 Millionen Pfund. Haben diese Panzer ungefähr die Dichtigkeit des Wassers (sie verhalten sich schwebend in demselben), so bekömmt man, wenn diese Zahl

*) Bischof, Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie, 1. Band, S. 978.

durch das Gewicht eines Cubikfusses Wassers dividirt wird, fast 1000 Millionen Cubikfuss. *Ein einziges* dieser Thierchen kann sich also innerhalb eines Monats dergestalt vermehren, dass seine sämmtlichen Nachkommen mit ihren Panzern eine Schicht von einer Quadratmeile Fläche und ungefähr 1¾ Fuss Stärke bilden.

Wie in Europa Infusorienschichten und Polythalamien als Sumpf- und Flussablagerungen vorkommen, ebenso treten sie auch in den anderen Welttheilen auf. In America machen sie einen Theil der Schlammabsätze der Häfen von Vera-Cruz, Charleston und New-Haven aus, sie bilden einen grossen Theil des Bodens von Nord-Carolina, füllen fortwährend Buchten und Hafenplätze mit ihren Absätzen aus, und liegen an vielen Orten in Nordamerica unter Torfschichten als Erzeugnisse von Brackwassern an der ehemaligen Seeküste *).

Die *essbaren* Thone des Amazonen-Beckens, unter welchen der zu Coari der bekannteste ist, sind über weite Ebenen verbreitet und entsprechen vollkommen den Schlammabsätzen, wie sie noch jetzt fort und fort in Flussmündungen und Meeresbuchten sich bilden. Die thierischen und vegetabilischen darin enthaltenen Stoffe sind das Nahrhafte dieses ungewöhnlichen Nahrungsmittels. Im Jahr 1832 wurde in dem Schwedischen Kirchspiel Degernäs in Westernorrland zur Zeit einer Hungersnoth nach einem Misswachs ein Bergmehl, das die Lappen als ein Geschenk des grossen *Wäldergeistes* ansahen, unter das Mehl gemischt und damit zu Brod gebacken. Es enthält Pflanzen- und Thierorganismen mit kieseligen Schalen. Die kleine Gemeinde Degerfors auf der Lappländischen Grenze, unter 64° —65° n. Br., nährte sich 1833 und 1834 vorzugsweise mit Brod, das aus diesem Bergmehl gebacken wurde **).

In Africa wurden Infusorienbildungen vorzüglich in den Nilgegenden aufgefunden. Sie machen einen Theil des Nilschlamms aus und wurden schon zu Dongola, in Nubien, Ober- und Unteregypten gefunden. Die Ackererde längs des Nils enthält Einmengung von Spongien und Kieselinfusorien. Der Schlamm an der Nilmündung bei Damiette enthält vorzugsweise kalkige Polythalamien.

*) Ehrenberg über Verbreitung und Einfluss des mikroskopischen Lebens in America. Berlin. Acad. 25. März 1841.

**) Jahrb. für Min. 1837. S. 728.

Im Uferschlamm der Landseen sind ebenfalls Infusionsthierchen und Pflanzen eingemengt. Das Erscheinen eines gelben Schlammes auf dem Seespiegel, das man am *Bodensee*, am *Neuschateller See* u. s. w. im Sommer alljährlich sieht und das *Blühen des Sees* nennt, wird durch eine wunderbar rasche Infusorienbildung bewirkt. Die kleinsten Thierorganismen sind dabei mit eben so kleinen Pflanzenorganismen untermengt: Navicula, Gallionella mit Bacillarien. Der gelbe Schaum wird durch den Wind ans Ufer getrieben, dort mit Converven und durch die Bewegung des Wassers mit dem Uferschlamm vermengt.

Selbst auf den Schneefeldern der höheren Alpen und der Pyrenäen hat man Infusorienbildungen beobachtet. Der Schnee ist öfters mit einer rothen Substanz bedeckt, und von dieser mehrere Zoll bis 1 Fuss tief rosenroth gefärbt; nach einiger Zeit wird die färbende Substanz braun und zieht sich zu dichteren Streifen zusammen. In diesem *rothen Schnee* erkannte man verschiedenartige Infusorien, die also im erstarrten Wasser wie im flüssigen eine natürliche Wohnstätte haben, und zwar bis hinauf in die Polarzone. Parry beobachtete unter 75° 54′ n. Br. dicht am Cap Sichilik den Schnee an der Küste auf grosse Strecken von einer solchen rothen Substanz bedeckt.

Welchen Antheil Infusorien an der Bildung des Raseneisensteins nehmen, ist oben S. 351 angegeben worden.

Bildung von Muschelbänken.

Die *Muschelbänke*, welche als gehobene Strandbildungen so vielfältig auftreten (S. 507 ff.), bilden sich fort und fort in alten Meeren unter dem Spiegel der See. Es nehmen hauptsächlich einmuskelige, ungleichschalige Muscheln Theil daran, welche sich truppweise ansiedeln und so unter dem Wasser grosse Bänke zusammensetzen, deren Ausbreitung meist der Flächenbeschaffenheit des Meeresbodens folgt. Die *Austern*, die *Kamm-* und *Herzmuscheln (Ostracea, Pectinea, Cardiacea)* siedeln sich, indem sie solche Bänke bilden, meist nur auf felsigem Boden an, häufig auf vorragenden Felsen des Meeresbodens. Sie befestigen sich mit der einen Schale an den Felsen, thürmen sich reihenweise über einander, stören sich dabei wechselseitig an ihrer natürlichen Ausbildung und setzen auf diese Weise dicht gedrängte Haufen zusammen, zwischen welchen sich

eine Menge anderer Meerthiere aufhalten. Am gewöhnlichsten bewohnen solche Muschelbänke die *röhrenbauenden Anneliden (Röhrenwürmer, Serpuleae)*, welche ihre Gehäuse in den Zwischenräumen und auf den Schalen selbst anlegen; aber auch Seeigel (Echinidae), Seesterne (Asteridae) und eine Menge fleischfressender Mollusken und Fische, welchen die Bewohner der Bank als Nahrung dienen. Durch Anhäufung von todten Schalen und Bruchstücken derselben wird der Boden der Muschelbank nach und nach so verändert, dass sich die jungen Muscheln nicht mehr darauf entwickeln können. Die Muschelbank stirbt dann allmählig aus. Nur selten dient sie alsdann als Grund für die Entwickelung einer anderen Muschelspecies und noch seltener für eine spätere Entwickelung derselben, früher ausgestorbenen Art. In manchen Fällen beeinträchtiget die überhandnehmende Entwickelung der Röhrenwürmer das Fortbestehen der Muscheln. Sie sterben ab und hierauf auch die Röhrenwürmer, die nur auf Kosten der lebenden Muscheln bestehen konnten. Auf der todten Bank können sich auch wieder andere gesellschaftlich lebende Meeresthiere ansiedeln und in grösserer Masse entwickeln. So deuten es die abwechselnden Schichten an, welche die Muschelbänke nicht *selten* zeigen und die sich durch Verschiedenheit der Arten, Armuth oder Reichthum der organischen Einschlüsse auszeichnen und den Wechsel der organischen Entwickelungen auf dem Boden des Meeres anzeigen.

Die Jungen der Muschelbänke sind wanderungsfähig, so lange sie sich im Zustand der Larven befinden, in welchem viele derselben mit einem Schwimmapparat versehen und zu bedeutenden Ortsveränderungen organisirt sind. Wellen und insbesondere Meeresströmungen können sie in weite Ferne tragen *).

Bei weitem die meisten Muschelbänke werden von den *Austern* gebildet und bekanntlich gibt es *Austernbänke* von grosser Ausdehnung. Im März 1847 fand man zwischen der Spitze von *Barfleur* und dem *Cap de la Heve*, 3 Stunden von jenem Orte und 8 Stunden von Havre, eine Austernbank von 21 bis 29 Zoll Dicke und einer Längenausdehnung von 9 Stunden.

Solche Austernbänke geben einen deutlichen Begriff davon, was

*) C. Vogt, Lehrb. d. Geologie u. Petrefaktenkunde. Bd. 2. S. 74 u. 75.

Muschelthiere durch ihre organische Thätigkeit vermögen und welchen Beitrag sie zum Felsenbau der Erdoberfläche leisten. Es ist klar, dass es nur allein der im Meerwasser aufgelöste kohlensaure Kalk sein kann, welcher den Austern das Material zur Bildung ihrer Schalen darbietet und liefert. Das Gewicht der Austernschale ist immer grösser als das Gewicht des Thieres und steigt nach den Bestimmungen von G. Bischof *) vom 2,78fachen bis zum 7,57fachen. Bei dem mittleren Gehalt von $^1/_{10000}$ kohlensaurem Kalk, den man beim Meerwasser annehmen muss, beträgt die Wassermenge, welche eine Auster braucht, deren Thier 35 Gran wiegt, die Schalen aber 265 Gran schwer sind, das 75,714fache des Gewichts der Auster. Hiernach stellt sich die organische Thätigkeit dieses Muschelthiers als eine ausserordentliche dar und die Wasserströmung in seinem Körper als eine erstaunungswürdige.

Felsenbildungen durch Corallenthiere.

Viele niedrigen Inseln im Weltmeere sind ihrem sichtbaren Theile nach nichts anderes, als das Werk eines wunderbaren *Baues* der *Corallenthiere*, und werden desshalb *Corallen-Inseln* genannt. Sie sind eine Eigenthümlichkeit des *Indischen* und des *Stillen Oceans* und nehmen dort ein ungeheures Areal ein. Dort und im *Rothen Meere* bilden diese Thiere auch *Bänke* und *Riffe*. Die mannigfaltigen Formen liegen unregelmässig durch einander mit den verschiedensten Farben und gleichen einer blumenreichen Wiese, auf dem Felsengrund des Meeres ausgebreitet. Auf erstorbenen Stöcken sitzen die weichen Leder-Corallen, See-Anemonen, Strauss-Corallen, Schwamm-Corallen, mit einer zahlreichen Menge von Ringwürmern und Wirbelwürmern. Muscheln, Seepilze, Seeigel, Seesterne, Holothurien sind untermengt und zwischen hinein liegt, vornehmlich am Fuss der Bänke, Sand.

Im *warmen*, *klaren* und *bewegten Meerwasser* sondern die marinen Zoophyten einen festen Corallenstock von *kohlensaurer Kalkerde* aus. Gesellig und dicht gedrängt neben einander lebend, führen sie einen grossartigen Felsenbau auf, theils vom Felsengrund des Meeres, theils längs der Küstenfelsen. Die Steinmassen, die nach dem Absterben des schleimartigen Thieres hinterbleiben, haben verschiedene Beschaffenheit, je nach der Thiergattung, die sie erzeugte. Rindenartige, wenig dicke

*) Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie. Bd. I. S. 970.

Ueberzüge bilden *Retepora*, *Cellepora*, *Eschara*, *Explanaria*; ästige, strauch- und baumartige Gebilde hinterlassen *Madrepora*, *Oculina*, *Millepora*, *Cariophyllia*, *Porites*; dicke, rundliche, oftmals halbkugelige Massen erzeugen *Astrea*, *Porites*, *Mäandrina*; pilzähnliche, becherförmige und hutartige Formen die Gattungen *Fungia*, Turbinolia.

Stirbt eine Generation dieser Thiere, so ersteht auf ihrem unorganischen Rückstand eine jüngere, und so erheben fort und fort jüngere Geschlechter ihre Gehäuse auf der wachsenden Bank. Zahllose kleine Individuen entwickeln sich an dem steinigen Rückstand des Familienstamms und hinterlassen das Denkmal ihrer bewunderungswürdigen Thätigkeit. Die meisten Gattungen lieben stark bewegtes, klares Wasser und nur zartgebaute Stämme ziehen ruhiges vor. Alle gedeihen nur im salzigen Wasser und setzen sich auf Felsen an oder auf abgestorbenen Corallen- und Muschelbänken. Man sieht sie niemals auf Sand oder Schlamm, auch nicht in anhaltend trübem Wasser oder da, wo ein Fluss sich in's Meer ergiesst und das Wasser salzlos macht.

Im *Rothen Meere* überziehen die Corallen nach Ehrenberg's *) Beobachtungen den Felsengrund gewöhnlich nur ein bis zwei Fuss dick und selten steigt die Dicke auf $1\frac{1}{2}$ Klafter, wobei man nur ausnahmsweise in grösseren Tiefen als 6 Klafter lebende Stämme sieht. Im Nordtheil des Rothen Meeres hat man indessen ausgedehnte lebende Stämme bis zu einer Tiefe von 25 Faden engl. **) oder $45\frac{3}{4}$ Meter = 152.5 Fuss bad. gefunden. In grösserer Tiefe aber findet man sie überhaupt höchst selten, und Darwin ***), der in der neuesten Zeit die Corallenbildungen im *Stillen* und *Indischen* Ocean am gründlichsten untersucht hat, schliesst aus seinen Beobachtungen, dass die felsenbauenden Corallen nicht in grösseren Tiefen als 20 bis 30 Faden = 182 Fuss bad. vorkommen. Aus grösserer Tiefe bauen sie nicht herauf, denn es ist nachgewiesen, dass sie nur bis nahe an 200 Fuss Tiefe leben können. Die Annahme, dass die Corallenthiere ihren Bau aus unergründlichen Tiefen bis zur

*) Poggend. Ann. Bd. XLI.

**) Ein Faden engl. (Fathom) ist = 1.83 Meter.

***) E. Darwin, the structure and distribution of coral reefs. London 1842, im Auszuge in Poggend. Ann. Bd. LXIV.

Meeresfläche heraufführen, entbehrt jeden Beweises und ist schon von Quoy und Gaimard *) vor bald einem Vierteljahrhundert widerlegt worden. Die Thiere bauen nicht über die Oberfläche des Meeres, da sie ausserhalb des Wassers nicht zu leben vermögen und durch kurze Aussetzung an die Sonne getödtet werden. Sie bleiben daher meist vier bis sechs Fuss unter dem niedrigen Wasserstand der Ebbe. Ihr Wachsthum ist im Allgemeinen sehr langsam. Es bleiben ihre bis unter den Seespiegel geführten Bauten ziemlich stationär. Man hat an verschiedenen Riffen und Inseln nach längeren Zeiträumen, nach 50 und 100 Jahren, keine wesentlichen Veränderungen gefunden. Wo sie aber ungehindert fortbauen können, da ist das Wachsen der Corallengebilde doch ganz merklich. Gestrandete Schiffe hat man nach einer Reihe von Jahren wiederholt mit Corallen überkleidet gefunden. Auf den Maldiven sind die Bewohner fortwährend genöthigt, neu gebildete Corallenstämme zu zerstören, damit die Schifffahrt gesichert bleibt. Verschiedene lebende, zehn Pfund schwere Corallenmassen, welche Dr. Allan zur Ebbezeit drei Fuss tief unter den Seespiegel auf den Felsengrund an der Ostküste von Madagaskar legte, zeigten sich sieben Monate später festgewachsen auf dem Grund, zu mehreren Fussen Länge vergrössert und bis nahe unter den Seespiegel der Ebbe heraufgebaut.

Die Steinmasse der Corallenstöcke besteht nach den Untersuchungen von Silliman **) aus:

bei	*Poriten*	*Madreporen*	*Pocilloporen*	*Astreen*
Kohlensaurem Kalk . .	89,9..95,4	92,8..95,1	93,6..95	91,1..96,6
Phosphaten und Fluorüren	0,7.. 2,1	0,5.. 0,9	0,6.. 1,5	0,3.. 2,1
Organischer Materie . .	2,1.. 9,4	4,3.. 6,0	3,5.. 5,6	3,2.. 8,3

Diese Zusammensetzung erklärt die ausserordentliche Fruchtbarkeit des Bodens der Corallengebilde, eine Fruchtbarkeit, die der Boden älterer Gebirgsbildungen kaum erreicht. Dieses und die ausserordentliche Ausdehnung, welche die Corallenbildungen im Indischen und Stillen Ocean haben, die Alles übertrifft, was man in dieser Beziehung bei älteren, gleichzeitigen Sedimentbildungen sieht, macht es begreiflich, wie Millionen Menschen auf den verwitterten Corallenmassen fruchtbare Wohnsitze haben können. Das Corallenriff an der Westseite von *Neu-Ca-*

*) Ann. des sciences nat. 1825.

**) Institut 1846, Nr. 674.

ledonien nimmt eine Länge von 400, das grosse Australische eine Länge von nahezu 1000 engl. Meilen ein.

Die Corallen vermehren sich nur auf Felsenboden und in geringer Tiefe unter dem Seespiegel; daher beginnen sie ihren Bau stets nur an felsigen Meeresküsten, denen sie sich häufig ganz eng anschliessen. Sie erscheinen dann wie ein Saum längs der Küste und werden *Küstenriffe* (fringing reefs, Darwin) genannt. Solche Riffe sind häufig an den Küsten des Rothen Meeres, zeigen sich an der Ostküste Africas, an der americanischen Küste, an denen Madagaskars, Sumatras, der Philippinen, Hebriden, Antillen und der Salomons-Inseln. Bisweilen liegt ein schmaler seichter Canal zwischen der Küste und dem Riff, an dessen Aussenseite, in dem stark bewegten Wasser das kräftigste Wachsthum der gallertartigen Corallenthiere ist. Gegenüber der Mündung eines Flusses oder Baches ist das Riff immer unterbrochen, weil in dem trüben ungesalzenen Wasser die Thiere nicht leben können. Die Breite des Riffs beträgt an steilen Küsten 50 bis 100 Ellen; der Canal ist um so breiter, je sanfter der Abfall der Küste ist. An Stellen einer stärkeren Brandung zertrümmern die Wellen theilweise den obersten Rand; abgelöste Blöcke und kleinere Trümmer werden auf die Oberfläche des Riffs geworfen, häufen sich an und werden nach und nach durch den Kalkabsatz des Meerwassers und durch den Schlamm zerriebener Corallen und Muscheln zu einer festen Conglomeratmasse verkittet, die sich endlich über die Fluthhöhe erhebt und jetzt erscheint eine lang gezogene Insel, meist nach der Richtung des Riffs ausgedehnt. Man nennt diese Steinmasse *Madreporenkalk*. Sie ist gewöhnlich weiss, doch auch stellenweise rothbraun, sehr fest und unter dem Hammer klingend. Die verbundenen Trümmer, einige zwei bis drei Fuss gross, andere kleiner, sind alle mehr oder weniger abgerundet. Durch das kalkspathige Bindemittel, das in alle Zwischenräume eingedrungen ist, wird die Corallenstructur undeutlich. Nicht selten besteht die Steinmasse der Oberfläche solcher Riffe aus einem kalkigen Sandstein oder einer Art Rogenstein, deren Bildungsweise nach der S. 446 gegebenen Schilderung der Rogensteinbildung an der Küste von Gran-Canaria leicht einzusehen ist. Zwischen den festverbundenen runden Körnchen liegen Muschelschalen, Corallenstücke, Echiniten-Stacheln und andere Theile verschiedener Seethiere. Diesen Stein nennt man *Riff-*

stein. Er ist bisweilen undeutlich in Bänke abgesondert, die eine schwache Neigung seewärts haben.

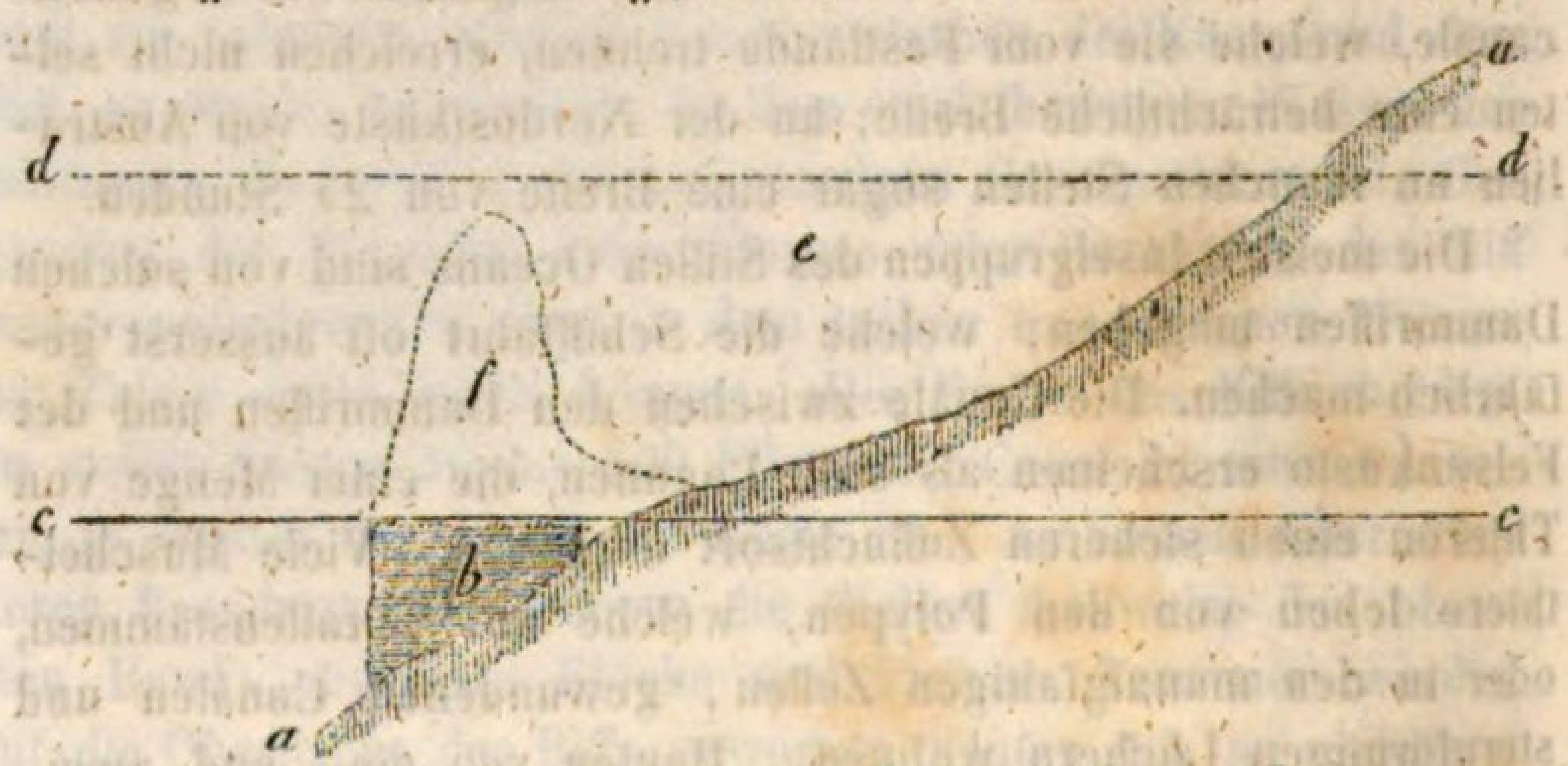
Liegt zwischen einem Corallenriff und der Küste durchweg ein Canal, der wie eine Lagune längs der Küste hinläuft oder eine Insel umgibt, so heisst man es ein *Dammriff* (Barrier-reef, DARVIN). Vom Lande aus gesehen erscheint ein solches *Dammriff* als ein breiter flacher Gürtel. Er ist oftmals schön begrünt und schliesst mit einem Kranze von Kokosbäumen den ruhigen Lagunen-Canal von der wogenden See ab. Auf ungeheure weite Strecken sind im Indischen Meere Küsten der Inseln und Continente von Dammriffen umgeben. Die Lagunencanäle, welche sie vom Festlande trennen, erreichen nicht selten eine beträchtliche Breite; an der Nordostküste von Australien an manchen Stellen sogar eine Breite von 25 Stunden.

Die meisten Inselgruppen des Stillen Oceans sind von solchen Dammriffen umgeben, welche die Schifffahrt oft äusserst gefährlich machen. Die Canäle zwischen den Dammriffen und der Felsenküste erscheinen als stille Lagunen, die einer Menge von Thieren einen sicheren Zufluchtsort darbieten. Viele Muschelthiere leben von den Polypen, welche auf Corallenstämmen, oder in den mannigfaltigen Zellen, gewundenen Canälen und sternförmigen Löchern wohnen. Haufen von ein- und zweischaligen Muscheln, Seeigel, Seesterne, Schwärme von Crustaceen, siedeln sich im Innern der Lagune an, deren ruhiges Wasser ihnen einen willkommenen Aufenthaltsort gewährt.

Werden Küstengegenden, welche von Dammriffen umgeben sind, allmählig, durch seculare aufsteigende Bewegung des Landes, oder plötzlich durch vulcanische Thätigkeit *gehoben*, so treten die Corallenbauten aus dem Wasser heraus, gelangen in verschiedene Höhen über dem Meeresspiegel, die Thiere sterben und die Riffe liegen nun auf dem trockenen Land. Das ist an vielen Küsten der Continente und der Inseln oben bezeichneter Gegenden der Fall. Otahaiti's Küsten tragen ringsum ein solches ausgestorbenes Corallenriff.

Senkt sich dagegen die Küste eines Continents, oder eine Insel, an welcher sich ein Corallenbau hinzieht, so wird dieser hinsichtlich seiner Form und Grösse und in seiner Lage gegen das Land wesentlich verändert. So wie sich die Küste senkt, die unter einem gewissen Winkel gegen das Meer abfällt, so werden die untersten Thiere, welche an der Basis des Riffs

leben, getödtet, sobald sie in diejenige Tiefe niedergekommen sind, in welcher sie nicht fortleben können; die höher wohnenden Thiere aber werden veranlasst, weiter aufwärts gegen die Oberfläche des Meeres zu bauen. Auf diese Weise wächst die Corallenmauer senkrecht in die Höhe. War nun das Corallenriff vor der Senkung ein *Küstenriff*, das sich ganz an die Küste anschloss, ohne dass ein Canal zwischen ihr und dem Riff lag, so entsteht bei der Senkung ein Abstand, ein Lagunen-Canal, der um so breiter wird, je beträchtlicher die Senkung und je flacher die Küste ist. Es verwandelt sich auf diese Weise das *Küstenriff* in ein *Dammriff*, wie es beistehende Figur zeigt. In



Umwandlung eines Küstenriffs in ein Dammriff.

derselben sei *a* die Küste, *b* das Corallenriff als *Küstenriff* ursprünglich abgelagert, *cc* das Niveau des Meeres zur Zeit seiner Bildung. Wenn nun durch allmählige Senkung der Küste der Meeresspiegel die Lage *dd* angenommen hat, so wird sich in derselben Zeit auch das Küstenriff durch die Thätigkeit der Polypen mauerförmig erhoben haben, wie es die punktirte Linie darstellt und dabei ein freier Raum *e* geblieben sein, welcher als Lagunen-Canal erscheint, der die Felsenküste vom Corallenbau trennt.

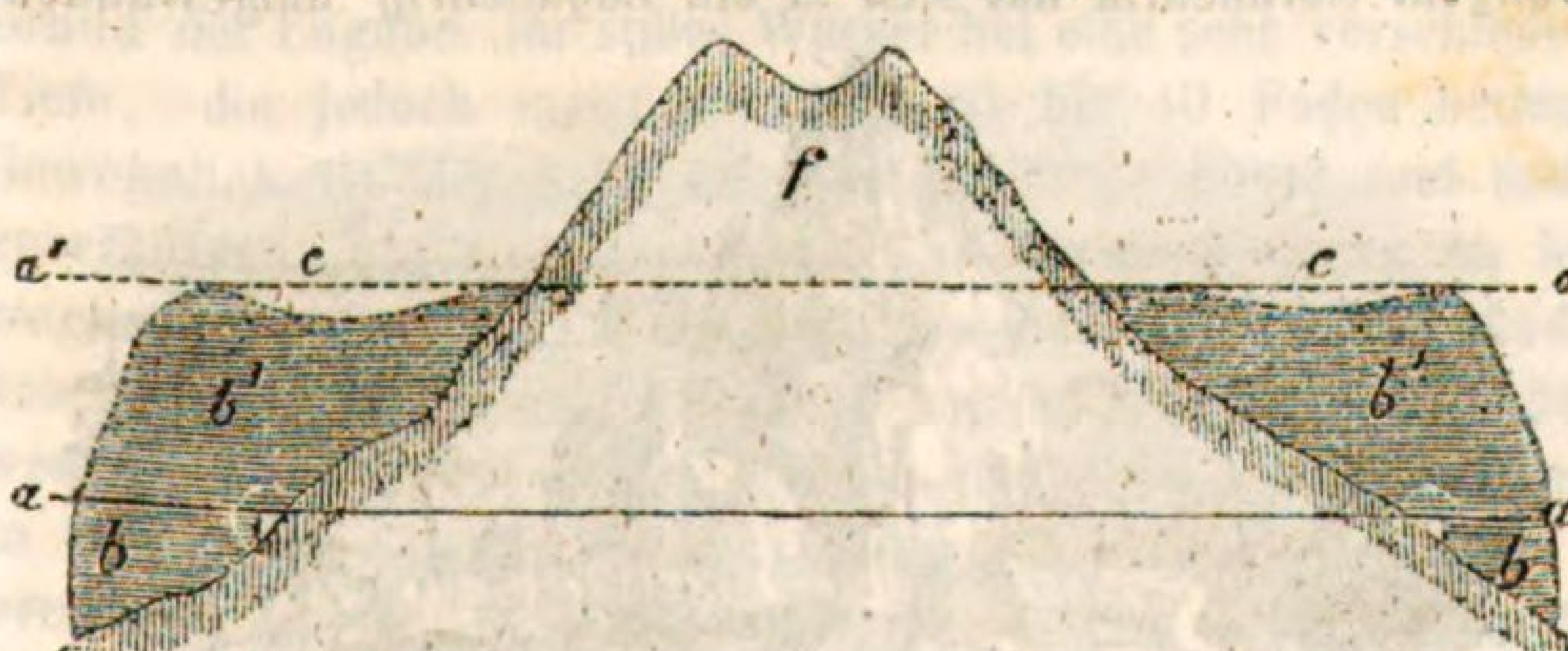
Sehr viele Inseln des Stillen und Indischen Oceans sind klein, von ovaler oder auch von runder Gestalt, selten langgezogen. Da das Dammriff die Umrisse der Küste wiederholt, wie diese zur Zeit seines Ursprungs als Küstenriff vorhanden waren, so entspricht seine Form der Gestalt der Insel, die davon umgeben ist, und sie wird daher häufig eiförmig oder kreisförmig sein. *Senkt* sich eine solche kleine Insel mit ihrem Corallenkranz, so verschwindet von ihrer Masse immer mehr und

mehr, je tiefer sie sich senkt, bis zu einer Zeit nur noch ihre höchsten Punkte über den Meeresspiegel hervorragen, während die Corrallenthiere das Riff immer höher bauen und es gegen die Oberfläche des Meeres erheben. Der Felsenkern ist dann von einem glatten Gürtel des Corallenbaus umgeben, der sich unter den oben S. 552 bezeichneten Umständen nach und nach über die Fluthhöhe erhebt, mit Vegetation bekleidet und häufig mit einem Kranze von Kokosbäumen geziert ist. Nebenstehende Figur ist die Karte der Insel *Bolabola* im Stillen Ocean, welche als Typus einer von einem ringförmigen Corallenriff umgebenen Insel gelten kann. Der Rest des Felsenkernes der Insel *a* ragt, von dem Riff *b* umgeben, mit seinen höchsten Theilen über den Wasserspiegel hervor, durch den Lagunencanal *c* davon geschieden, der wie ein Festungsgraben die Insel umzieht. Bei *d* ist eine Oeffnung in dem Riff, der Eingang in die Lagune. Eine solche Lücke in dem ringförmigen Riffe stammt aus der Zeit her, in welcher es als Küsten- oder Dammriff gebildet wurde, wobei ein Bach oder ein Fluss, der sich der Stelle gegenüber vom Land ins Meer ergoss, es durch das süsse Wasser den Polypen unmöglich machte, hier zu bauen.



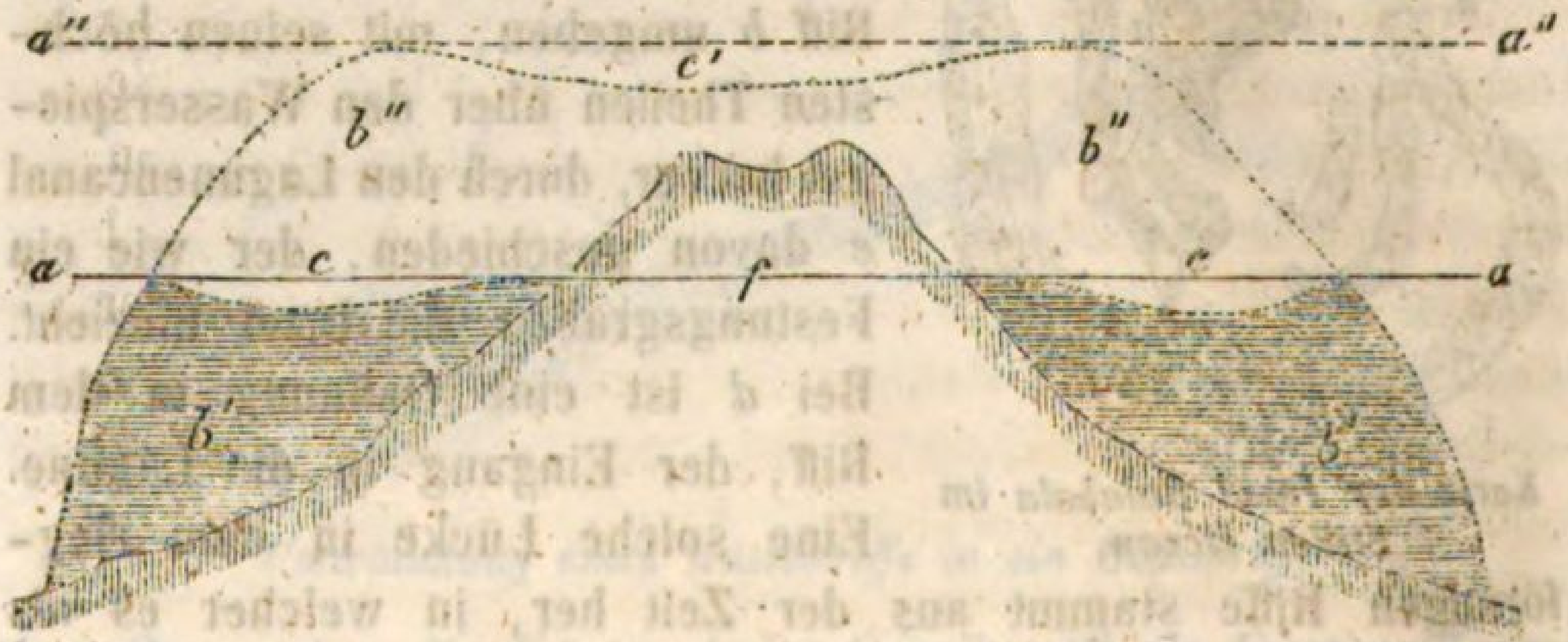
Karte der Insel Bolabola im Stillen Ocean.

Der Durchschnitt der Insel Bolabola, wie ihn untenstehende Figur zeigt, gibt von dem veränderten Verhältnisse des ursprüng-



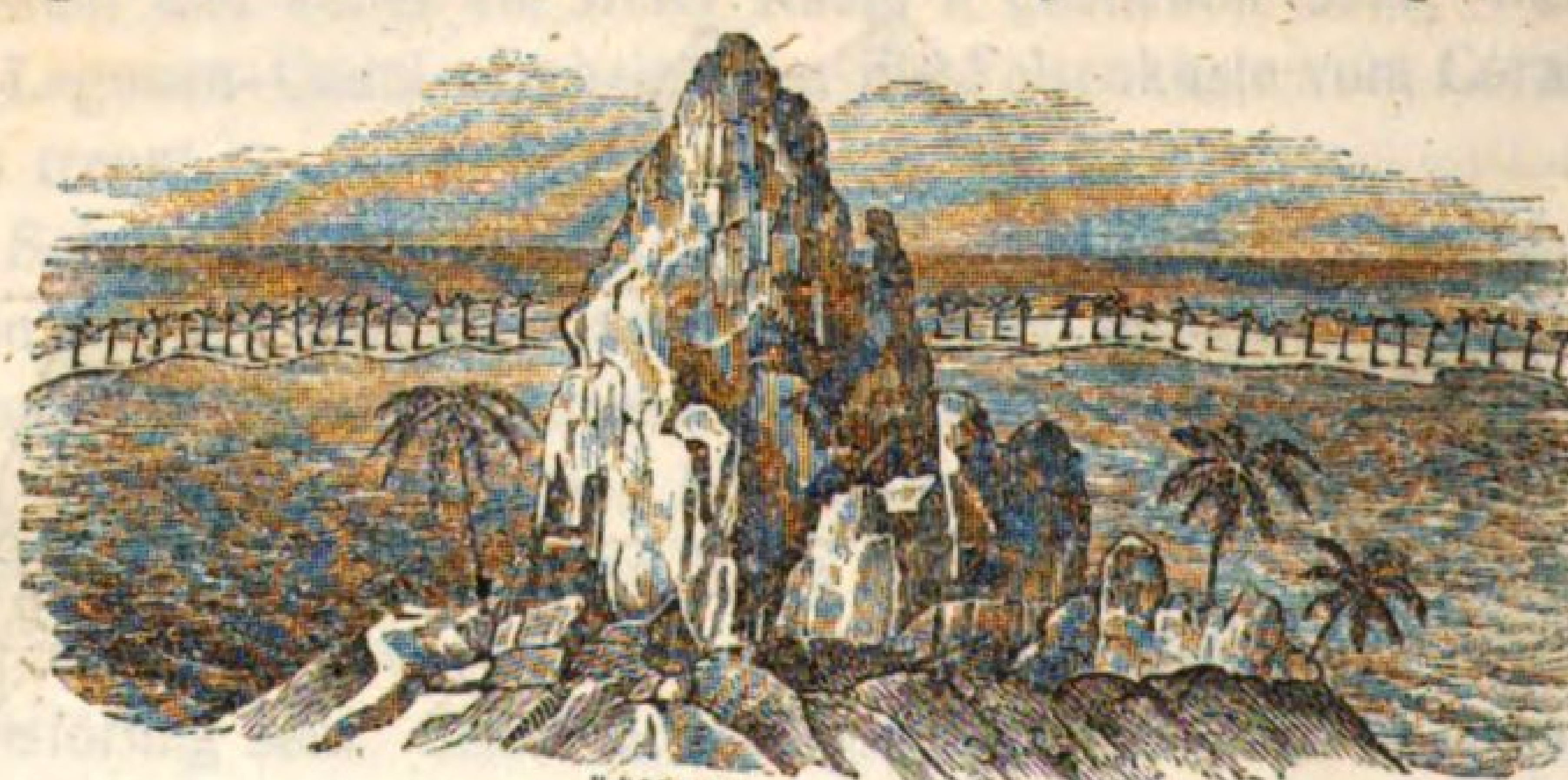
Durchschnitt der Corallen-Insel Bolabola.

lichen Riffs eine ganz deutliche Vorstellung. Zur Zeit, als das Meer das durch die Linie *aa* bezeichnete Niveau einnahm, wurde das Riff *b* als gürtelförmiges *Küstenriff* gebildet. Durch die allmählige Senkung der Insel veränderte es sich in das ringförmige *Dammriff b'*, es entstand der Lagunencanal *c*, während sich die Oberfläche des Meeres in das Niveau der Linie *a'a'* stellte. Der Rest der Insel ragt als Fels *f* inmitten der Lagune über den Meeresspiegel empor. Geht aber die Senkung weiter fort, so taucht auch der Fels *f* endlich *unter* den Meeresspiegel, und selbst der letzte Rest des Gesteins der Insel verschwindet. Es wird von den thätig fortbauenden Corallen nun ganz überzogen; sie führen jedoch ihren Bau über der Inselspitze nicht so hoch, als in der Ringmauer, es hinterbleibt diese zuletzt als Einschluss einer Lagune, wie es untenstehende Figur darstellt.



Durchschnitt der Corallen-Insel Bolabola.

Durch die fortgesetzte Senkung der Insel hat sich der frühere Meeresspiegel *a'a'* in das Niveau der Linie *a''a''* gestellt, das frühere Dammriff *b'b'* hat sich in die Riffmasse *b''b''* umgewandelt und der Canal *c* in die Lagune *c'*. Die Insel mit ringförmigem Corallenriff hat sich in ein *Lagunenriff* umgewandelt,



Ansicht der Insel Bolabola im stillen Ocean.

in eine flache, ovale oder *rundliche Coralleninsel*, die eine La-



Ansicht der Insel Whitsunday im Stillen Ocean.

gune umschliesst. Die Bewohner jener Inselfluren des Stillen und Indischen Oceans, in denen diese Inselbildung in beträchtlicher Anzahl auftritt, nennen sie *Atoll.* Die Inselgruppen der Maldiven und Laccadiven sind dadurch besonders ausgezeichnet. Ihr Anblick, wie ihn die von Beechey *) entworfene Zeichnung der Whitsunday-Insel gibt, ist ganz eigenthümlich. Die ringförmige Corallenmauer ist schmal, meist kaum einige hundert Fuss breit und erhebt sich wenige Fusse über das Niveau des Meeres zur Zeit des höchsten Fluthstandes. Gewöhnlich ist sie von schöner Vegetation bedeckt, mit dichtem Grün bewachsen und geziert durch Kokosbäume und andere grosse baumartige Gewächse. An der Aussenseite haben die Atolls gewöhnlich einen steilen Abfall von beträchtlicher Tiefe, welcher eine starke Brandung verursacht, dadurch aber die Ueberschwemmung der flachen Inseln abhält, deren Oberfläche oft nur 2 und 3 Fuss über dem höchsten Wasserstande liegt. Feiner weisser Sand bedeckt den äusseren Rand der Mauer und liegt auch auf dem Grund der Lagune. Ihr stilles Wasser hat eine sehr verschiedene Tiefe, die jedoch meist zwischen 20 bis 40 Faden beträgt. Gewöhnlich ist der Atoll auf der Windseite höher und fester geschlossen, als auf der Leeseite, indem die Polypen im bewegten Wasser kräftiger bauen. Zuweilen ist der Ring gänzlich geschlossen; meistens jedoch hat er eine Oeffnung, bisweilen mehrere, vermittelst welcher das Meer mit der Lagune in Verbindung steht. Diese Oeffnungen sind nicht selten so breit und so tief, dass selbst grössere Schiffe durch sie in das

*) Captain Beechey Voyage tho the Pacific.

ruhige Lagunenwasser einlaufen können und daselbst einen sicheren Hafen haben. Die einströmende Fluth und der Ausfluss des Wassers zur Ebbezeit erhalten den Einschnitt offen und erweitern ihn. Er befindet sich gewöhnlich auf der Leeseite und hat selten über 25 Fuss Tiefe. Bei vielen Coralleninseln stammt diese Oeffnung des Atolls aus der Zeit her, als er noch ein Dammriff an einer Insel war, von welcher sich süsses Wasser ins Meer ergoss. An dieser Stelle bauten die Corallen nicht. Sie lassen indessen in der ersten Zeit des Baues der Ringmauer öfters mehrere Lücken offen, die sie später bis auf eine zubauen, durch welche die Verbindung der Lagune mit dem Meere unterhalten wird. Nicht selten wird auch die Lagune des Atolls durch spätere Corallenbauten, angehäufte Muscheln, Sand u. s. w. ausgefüllt. Die Grösse der Atolls ist im Allgemeinen nicht bedeutend; unter zweiunddreissig, welche Capitän Beechey im Stillen Ocean besuchte, hatte der grösste einen Durchmesser von 30 engl. Meilen, der kleinste von weniger als einer Meile. Die äussere Wand bildet meist eine fast senkrechte Mauer, die oft bis zu mehreren hundert Faden hinabgeht. In dieser Tiefe können indessen die Corallenthiere nicht leben. Das Senkblei bringt auch nur Bruchstücke von verlassenen, todten Corallenmassen herauf, deren Höhlungen und Zwischenräume mit zusammengebackenem Kalksand, Conglomeraten, mannigfachen Bruchstücken abgestorbener Thiere und mit krystallinischem Kalkspath ausgefüllt sind. Die Masse zeigt ganz und gar die Beschaffenheit des *Riffsteins*, dessen Bildung an der Oberfläche der Corallenriffe oben S. 553 beschrieben worden ist. Der Fuss der Atolls kann also in früherer Zeit nur an der Oberfläche der Riffe gebildet worden und muss in seine jetzige Lage durch eine allmählige *Senkung* gekommen sein, wobei die Corallenthiere, welche nur in einer Tiefe von 20 bis höchstens 40 Faden ihre Bauten ansetzen, bei der Senkung starben oder die tieferen Stellen verliessen und auf den verlassenen todten Stöcken weiter in die Höhe und bis dahin heraufbauten, wo sie unter dem Wasserspiegel ungestört leben konnten.

Die Gesetze des Wachsthums der Corallen, so wie die wechselnde Form der Riffe und die Beschaffenheit der Atolls führen somit zur Annahme einer *allmähligen Senkung* des Meeresbodens in dem grössten Theil des Stillen Oceans. Er bietet auch

in seinen unzähligen Inselgruppen das Bild eines untergetauchten Continents dar, von welchem nur noch die höchsten Spitzen aus dem Meere hervorragen. Diese *Senkung* des Bodens der Stillen See scheint jetzt noch fortzudauern, da in derselben so viele Atolls vorhanden sind, an welchen die Corallenthiere heute noch bauen. Aehnliches zeigt sich auch im Indischen Meere; es sind hier überall Dammriffe und Atolls vorhanden. Ebenso bemerkt man an den Ufern von Neuholland und Neucaledonien Dammriffe, welche eine *Senkung* des Bodens andeuten. Ein schmaler Strich von allmählig sich *erhebenden Inseln*, zu denen die Salomons-Inseln und die neuen Hebriden gehören, trennt diese Küsten von dem sich *senkenden* australischen Inselmeer. Eine neue *Erhebungszone* bieten die Sunda-Inseln dar und der weite Ostindische Ocean im Osten von Bengalen; die Laccadiven und Maldiven hingegen zeigen durch ihre zahlreichen Atolls wiederum eine Senkungszone. Die östlichen Küsten von Africa und Madagascar gehören aber wiederum einer Erhebungszone an. Auf die Beobachtungen an den Corallen-Inseln gestützt, hat Darwin auf solche Weise mehrere abwechselnde Zonen von Hebungen und Senkungen im Stillen und Indischen Ocean nachgewiesen und aus diesen die verschiedenen Verhältnisse der Corallenriffe zum Land, ihre Gestalt und ihre Veränderlichkeit auf eine genügende Weise erklärt.

Lange Zeit hat man die merkwürdige Erscheinung der flachen, meist ringförmigen Corallen-Inseln unrichtig erklärt. Nachdem man von der ersten falschen Annahme, dass die Corallenthiere ihre Bauten vom Grunde des Meeres aus grossen Tiefen bis an die Oberfläche herauf bauen, zurückgekommen und durch Untersuchung belehrt worden war, dass diese Thiere nicht wohl in einer Tiefe von mehr als hundert Fuss leben können: suchte man die ringförmige Gestalt der Inseln durch die Annahme zu erklären, die Corallenthiere hätten auf den Spitzen untermeerischer Berge kreisförmige Cratere vorgefunden, sich auf ihren Rändern angesetzt und von diesen aus ihren Bau bis zur Oberfläche geführt. Darwin's naturgemässe Erklärung macht alle weiteren Deutungen der Corallenbauten überflüssig.

In lebendiger Darstellung hat A. v. Chamisso *) die Arbeit der Corallen und die Bildung der Inseln beschrieben, wie er

*) Kotzebue's Entdeckungsreise 1821.

sie selbst hatte beobachten können: „Ist das Riff bis zur Höhe gelangt, dass es bei niedrigem Wasserstaude, zur Zeit der Ebbe, fast trocken wird, so hören die Corallen auf, höher zu bauen. Muschelschalen, Corallenbruchstücke, Seeigelschalen und davon abgefallene Stacheln vereinigt die brennende Sonne durch den bindenden Kalksand, der durch Zerreibung jener Schalen entstand, zu einem allgemeinen Ganzen, zu einem festen Steine, der, allmählig verstärkt, an Dicke zunimmt, bis er endlich so hoch wird, dass nur noch in einigen Jahreszeiten hohe Fluth ihn bedeckt. In der Trockenheit durchglüht die Sonne die Steinmasse so sehr, dass sie an vielen Stellen spaltet und sich in Schichten ablöst. Durch Brandungen bei hohen Fluthen werden diese getrennten flachen Steine gehoben und auf einander gethürmt. Die immer geschäftige Brandung wirft Corallenblöcke und Seethierschalen zwischen und auf die Grundsteine. Nun bleibt auch der Kalksand ungefährdet liegen und bietet dem strandenden keimenden Pflanzensamen einen schnell treibenden Boden zur Beschattung eines weissen blendenden Grundes dar. Auch ganze Baumstämme von andern Ländern und Inseln durch die Flüsse entführt, finden hier nach langer Irrfahrt ihren endlichen Ruheplatz. Mit diesen kommen kleine Thiere, Insekten, Eidechsen u. dgl. als erste Bewohner an. Ehe noch die Bäume sich zu einem Walde vereinigen, nisten hier die eigentlichen Seevögel, verirrte Landvögel nehmen ihre Zuflucht zu den Gebüschen und ganz spät, nachdem die Schöpfung längst geschehen, findet sich auch der Mensch ein, schlägt seine Hütte auf der fruchtbaren Erde, die durch Verwesung von Baumblättern entstand, auf, und nennt sich Herr und Besitzer dieser Welt.“

Es ist nach Darwin's Theorie von der Bildung der Corallenriffe wohl zu begreifen, dass die Corallenthiere im Stande sind, Kalkgebilde von ausserordentlicher Ausdehnung, von Tausenden von Fussen Mächtigkeit zu bilden, wenn nämlich die Thiere lange Zeit bauen und wenn das Sinken eines Riffs während grosser Zeiträume fortdauert und während derselben die Polypen ununterbrochen fortbauen. Da das Meerwasser nach den Analysen der Chemiker nur $^1/_{10000}$ kohlensauren Kalk als mittleren Gehalt enthält, so erfordert der Absatz einer ausgedehnten Kalkmasse durch die Corallenthiere jedenfalls einen grossen Zeitraum.

Nehmen wir an, dass Corallenriffe gesunken sind und dass die Senkung ebensoviel betragen habe, wie die gegenwärtige Hebung Schwedens beträgt: so können die Riffe in 250 Jahren erst um 10 Fuss gesunken sein. Diese Senkung mag den europäischen Seefahrern, welche jene Bildungen beobachten, leicht entgangen sein. Gleichwohl aber würde durch dieselbe in einem Zeitraum von 70422 Jahren ein Corallenriff von 3000 Fuss Mächtigkeit entstanden sein, wenn die Thiere ununterbrochen fortgebaut und jährlich ihren Bau nur um ½ Zoll erhöht haben *). Während aber die einen dieser Bildungen in die Meerestiefen hinabsinken, steigen andere durch Hebung weit über das Meeresniveau auf und bilden ausgedehnte, mit Gebirgen vergleichbare Felsmassen von Riffstein oder Madreporenkalk. Die Mächtigkeit solcher in grossen Zeiträumen gebildeten Riffe übertrifft natürlich die Mächtigkeit der Riffe, die in der jetzigen Zeit gebildet werden.

Die Corallenriffe, welche sich in einiger Entfernung von den Küsten vieler Inseln der Südsee hinziehen (Gesellschafts-Inseln, Fidschi-Inseln, Vanicoro in der Gruppe der Duffs-Inseln, Neu-Caledonien, Louisiade) und längs der bei 250 geogr. Meilen langen Nordostküste von Neu-Holland fortliegen, steigen meist aus unergründlicher Tiefe an die Oberfläche des Meeres. An letzterer Küste beträgt die Breite des Canals zwischen dem Land und dem Riff im Mittel 20—30 Seemeilen, an einzelnen Stellen 50—70 Seemeilen. Das Riff von Neucaledonien liegt über 8 Seemeilen von der Küste ab und nähert sich derselben. selten mehr. Bei den Gesellschafts-Inseln steht das Riff 1—3 Seemeilen von der Küste ab. Die Tiefe des Canals zwischen der Küste von Neu-Holland und dem Riff beträgt im Mittel 10—25 Faden, und wo sich das Riff weiter von der Küste entfernt, 40—60 Faden. Der Grund ist sandig. Der Canal um Vanicoro hat bis 56 Faden Tiefe; um die Gesellschafts-Inseln schwankt er zwischen 2 und 30 Faden.

Der innere Abfall der Riffe, gegen den Canal, ist meist ziemlich sanft, während der äussere stets sehr steil ist und das Senkblei schon in der Entfernung weniger Schiffslängen keinen Grund findet. Einzelne Riffe stehen ganz unter Wasser, sind stets mehrere Fuss bis mehrere Faden hoch damit bedeckt und

*) Bischof, Lehrbuch der chem. und physikal. Geologie. Bd. I. S. 960.

dem durch sie gefährdeten Seefahrer nur durch die starke Brandung über ihnen erkenntlich. Andere Riffe stehen nur theilweise unter Wasser und die hervorragenden Theile erscheinen als Inseln, die in der Richtung des Riffs liegen und lang gezogen sind. Die vom Meere bedeckten Theile sind gewöhnlich mit lebenden Corallen besetzt. Sind die Riffe kreisförmig um eine Insel gebaut, oder bilden sie Atolls, so steigen sie im Allgemeinen auf der Windseite höher an und der Bau ist hier fester und zu dichteren Kalkmassen vereinigt. Dieser Unterschied der Wind- und der Leeseite tritt nach Beechey *) bei mehreren Coralleninseln des Stillen Oceans recht augenfällig hervor, insbesondere bei den Inseln Gambier und Matilda. Bei beiden ist die höhere Windseite bewaldet, bei der ersteren auch bewohnt, während die Leeseite 20 bis 30 Fuss unter Wasser steht und schmäler ist.

Solche ältere Corallenbildungen erscheinen im Stillen und Indischen Ocean in grosser Ausdehnung, theils als einzelne Riffe, theils als Ringinseln, Atolls, oft in sehr weiter Entfernung von jedem Land und von jeder Insel einer anderen Beschaffenheit. Dahin gehören die Niedrigen Inseln, Lord Mulgraves-Archipel mit den Gilberts-, Radick- und Ralak-Inseln, die Carolinen, Laccadiven, Maldiven, die Chagosinsel und die Keelinginsel. Bei einzelnen dieser Atolls steigt der Durchmesser, der bei manchen kaum eine Seemeile oder wenig darüber beträgt, bis auf 60, ja bei einigen selbst bis auf 80 Seemeilen. Der Archipel der Niedrigen Inseln, östlich von den Gesellschaftsinseln, durch das hier sehr stürmische Meer häufigen Ueberschwemmungen ausgesetzt, enthält 80 Atolls oder Laguneninseln, deren kleinste weniger als eine Seemeile, deren grösste 30 Meilen Durchmesser hat. In der Gruppe der Maldiven liegen 22 Coralleninseln, deren grösste die Ausdehnung von 88 Meilen hat. Die grosse Corallenbank an den Chagosinseln, die man als einen ganz unter Wasser stehenden Atoll betrachten muss, misst nach zwei rechtwinkeligen Durchmessern 70 und 90 Seemeilen.

Die gewöhnlich ziemlich genau kreisförmigen Atolls haben nicht selten auch die Gestalt eines Hufeisens, so namentlich diejenigen in der Gruppe der Chagosinseln im Indischen Ocean,

*) Voyage tho the Pacific p. 189.

welche den Laguneneingang an der Nordwestseite haben, während die herrschenden Winde hier von Südost wehen. Sie sind vermöge dieser Beschaffenheit sehr gute Hafenplätze.

Wo diese Riffe und Inseln durch Hebung in verschiedene Höhen über dem Meeresspiegel gekommen sind, da zeigen sie die Gestalten hoher Felsmauern und kegelförmiger Berge. In der Gruppe der Sandwichinseln erheben sich an den Küsten mehrfältig Corallenriffe 20 Fuss über die Meeresfläche und liegen auch landeinwärts weit vom Strande ab. Am höchsten Berg auf Otaheite liegen in einer Höhe von nahezu 7000 Fuss Massen eines Corallenriffs auf vulcanischem Gestein, dessen Beschaffenheit mit derjenigen des Riffs übereinstimmt, das die Küsten der Insel umgibt. Im Archipel der Niedrigen Inseln ist besonders die Insel Elisabeth oder die Hendersonsinsel durch eine senkrechte Erhebung von nahezu 70 Fuss ausgezeichnet *). Sie ist ein Atoll, eine Meile breit und hat 5 Meilen Länge. Die fünfzig Fuss hohen senkrechten Abstürze bestehen aus einem dichten Madreporenkalk, vom Ansehen eines Kalksteins des Sedimentgebirges. Die Felswände sind durch den Wellenschlag unterwühlt und drohen stellenweise einzustürzen. Im Inneren stehen Bäume; die Lagune ist ausgefüllt. Die Insel Morgaia, südwestlich von den Gesellschaftsinseln, besteht aus Madreporenkalk, erhebt sich 300 Fuss über das Meer und ist einem erhobenen Atoll ganz ähnlich; in der Vertiefung des sonst flachen, tafelförmigen Gipfels sieht man einzelne Corallenstöcke von 40 Fuss Höhe. In der Gruppe der Freundschaftsinseln bestehen mehrere Eilande, die einige hundert Fuss hoch sind, aus Madreporenkalk; so die grösste derselben, Tongatabu, theilweise bis 100 Fuss ansteigend.

Diese über das Meeresniveau bis zu ansehnlicher Höhe emporragenden Corallenbildungen, so wie Corallenriffe, welche man auf Otaheite, auf den Neuen Hebriden, Neu-Irland, auf mehreren Inseln der Marianen, an der Nordküste von Neu-Guinea, auf mehreren Inseln der Molucken u. s. f. beobachtet hat, sind theils durch schnelle vulcanische, theils durch allmählige seculare Hebung in diese Stellungen gelangt, so wie andererseits mächtige Corallenfelsen und ganze Inseln aus Madreporenkalk in beträchtliche Tiefe gesunken sind. Ueberhaupt haben die

*) Ebendaselbst p. 46.

genaueren Beobachtungen der Verhältnisse der Corallenriffe, welche wir Darwin verdanken, mannigfaltige weitere Beweise für ganz veränderte Niveauverhältnisse weit ausgedehnter Felder des Meeresbodeus an die Hand gegeben und reiches Material zur Vergleichung der Kalkbildungen der Corallenthiere mit den Kalkbildungen des Sedimentgebirges geliefert.

Coralleninseln entstehen durch die Arbeit der riffebauenden Polypen fort und fort; sie vergehen aber auch wieder. Ausgestorbene Corallenbänke, Atolls, werden durch hohe Fluthen, durch die brechende Kraft der Brandungswellen angegriffen; hervorragende Theile werden nach und nach zerstört, langgezogene Inseln werden in untermeerische Bänke umgewandelt, die Ringform der Atolls geht theilweise verloren, die Lagune wird mit Blöcken, Sand, Muscheln u. s. w. ausgefüllt. Viele verschwinden unter der Meeresfläche durch die zerstörenden Wirkungen des Oceans. Darwin *) sagt; „Der Ocean schont keineswegs der Corallenfelsen; die grossen über das Riff zerstreuten und auf dem Ufer angehäuften Trümmer, zwischen denen die grossen Kokosbäume entspringen, beweisen deutlich die unaufhörliche Gewalt seiner Wogen. Auch gibt es keine Periode der Ruhe. Die lange Schwellung, die von der *leisen* aber stetigen Wirkung des beständig in einer Richtung über eine ungeheure Fläche wehenden Passatwindes hervorgerufen wird, verursacht brandende Wogen, die an Heftigkeit selbst die unserer gemässigten Zone übertreffen und niemals zu rollen aufhören. Es ist unmöglich, diese Wellen zu sehen, ohne die Ueberzeugung zu gewinnen, dass jede Insel, möchte sie nun aus dem härtesten Felsen, aus Porphyr, Granit oder Quarz bestehen, am Ende durch sie zerstört werden müsste. Und doch stehen diese niedrigen, unbedeutenden Coralleninseln und gehen siegreich aus dem Kampfe hervor — sie wachsen sogar; aber hier nimmt eine andere Kraft, als Gegensatz zu der ersteren, Antheil an dem Streite. Die *organischen* Kräfte scheiden die Atome des kohlensauren Kalks nach einander aus den schäumenden Brechwogen und vereinigen sie zu einem symmetrischen Bau. Mag der Sturm die Masse in tausend grosse Trümmer zerbrechen, was will das heissen gegen die *vereinigte Arbeit von Myriaden Architekten, die Tag und Nacht, Jahr aus, Jahr*

*) On the structure and distribution of ceral reefs. London 1842.

ein arbeiten! Ein weicher, gallertartiger Körper eines Polypen besiegt durch die Wirkung der Lebensgesetze die grosse mechanische Kraft der Wogen eines Oceans, denen weder die Kunst des Menschen, noch die leblosen Massen der Natur mit Erfolg widerstehen."

Sedimentbildung durch Absatz von thierischem Koth.

Seit die peruanischen Küsten von europäischen Seefahrern besucht werden, weiss man, dass sich unzählbare Schaaren von Seevögeln auf den nahen Inseln aufhalten. Diese haben daselbst im Laufe der Zeiten grosse Massen von Koth abgesetzt, die eine Dicke von 50 bis 60 Fuss erreichen und von den Peruanern als Düngmittel verwendet werden. Die zu diesem Zweck im Betriebe stehenden Abgrabungen haben das Aussehen beträchtlicher Steinbrüche und in der neuesten Zeit eine sehr beträchtliche Ausdehnung erhalten, da grosse Quantitäten dieses Materials unter dem Namen *Guano* nach Europa verschifft werden. Seine Hauptbestandtheile sind Salze, organische Materie, Harnsäure und harnsaures Ammoniak. Die grössere Menge dieses südamericanischen Guano besteht aus einer feuchten pulverförmigen Masse von bräunlicher Farbe, in welcher etwas hellere Knollen eingemengt sind. Einige dieser Knollen sind hart und von erdiger Beschaffenheit; andere sind weich, leicht mit dem Finger zu zerdrücken und zeigen auf dem Bruche weisse, seidenartig glänzende Krystalle.

Eine zweite Art besteht aus grösseren, oft mehrere Pfunde schweren Concretionen, die im Inneren bald das Ansehen der braunen Hauptmasse haben, bald aus verschiedenen gefärbten Schichten bestehen.

Eine dritte Guanosorte kommt in unregelmässig geformten Massen vor, welche verhältnissmässig schwer sind und von den Arbeitern „Steine" genannt werden. Diese Sorte zeigt einen krystallinischen Bruch, wie etwa ein geschmolzenes, braun gefärbtes Salz. Denham Smith *) hat diese Guanosorten einer sorgfältigen Analyse unterworfen. Er zog dieselben zuerst mit kaltem, alsdann mit heissem Wasser aus, bestimmte die Bestandtheile dieser Auszüge und analysirte endlich den Rückstand. In der untenstehenden tabellarischen Uebersicht der

*) Memoirs of the chem. Society Vol. II. p. 140.

Analyse beziehen sich I. und II. auf die erste Guanosorte, III. und IV. auf die zweite und V. auf die dritte.

	I.	II.	III.	IV.	V.
	In kaltem Wasser lösliche Bestandtheile:				
Wasser	222.00	215.18	204.20	106.66	77.00
Schwefelsaures Kali . .	8.00	—	—	—	—
„ „ Natron	—	37.90	239.44	12.23	191.77
Phosphorsaures Kali .	—	20.02	77.32	14.94	49.47
„ „ Natron	—	—	—	—	3.60
„ „ Ammon.	63.3	30.06	61.24	—	—
„ „ Kalk .	—	12.56	—	—	—
Kleesaures Ammoniak .	74.0	100.38	93.9	Spur	—
„ Natron . .	—	—	—	—	105.63
Chlorkalium . , . .	—	—	—	—	41.63
Chlornatrium	—	—	29.22	9.50	286.31
Salmiak (Chlorammon.)	25.5	35.22	—	4.43	30.30
Organische Materie . .	15.00	61.74 wasserhalt.	6.68	2.40	25.53 wasserhalt.
	In heissem Wasser lösliche Bestandtheile:				
	I.	II.	III.	IV.	V.
Phosphorsaurer Kalk .	1.86	2.88	—	11.37	1.10
„ „ Natron .	1.20	1.28	—	Spur	—
„ „ Magnesia-Ammoniak	5.64	4.04	7.84	—	1.33
Harnsäure	25.16	—	—	—	—
Harnsaures Ammoniak .	154.18	25.12	—	—	—
Organische Materie . .	11.80 wasserhalt.	6.38	8.60	10.00	7.56
	In Wasser unlösliche Bestandtheile:				
Phosphorsaurer Kalk .	197.50	192.00	62.70	664.47	131.13
„ „ Magnesia	20.30	19.84	8.74	30.56	25.80
Kleesaurer Kalk . . .	25.60	107.26	109.58	—	—
Sand und erdige Theile	15.60	16.48	7.20	20.43	4.20
Eisenoxyd und Thonerde	—	—	—	—	1.50
Humus	26.36	20.60	8.62	29.73 nebst anderen organ. Materien	18.36 nebst Wasser und anderen org. Materien
Organische Materie . .	34.56 wasserhalt.	11.40	—	—	—
Wasser	—	42.42	49.74	80.60	—
Verlust	0.44	1.50	4.98	2.68	—
	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00	1000.00

Die ausserordentliche Verschiedenheit in der Zusammensetzung dieser verschiedenen Sorten erklärt hinreichend die vielfach abweichenden Resultate, welche bei der Anwendung des Guano als Dünger erzielt worden sind.

Hunderte von Schiffen führen das Material der peruanischen Küste zu; Hunderte tragen es nach Europa; dennoch hat sich die Ablagerung nicht sichtbar vermindert. Der Vorrath ist uugeheuer.

In der allerneuesten Zeit sind beträchtliche Ablagerungen dieses werthvollen Düngers auch auf verschiedenen kleinen Inseln an der Westküste von Africa, in der Nähe von Angra, Pegueña, zwischen dem 26. und 27. Grad südl. Breite aufgefunden worden. Diese Entdeckung hat bereits zahlreiche Kaufleute und Rheder Englands veranlasst, dorthin Schiffe zur Beifuhr des africanischen Guano abzusenden, da der Weg nach diesen Inseln nur halb so weit als nach Südamerica und die Ausfuhr daselbst frei ist, während die peruanische Regierung einen Ausfuhrzoll von 3 Pfund Sterling auf die engl. Tonne gelegt hat.

Dieser Guano unterscheidet sich in der Zusammensetzung von dem americanischen durch den weit geringeren Gehalt an Harnsäure. Seine Bestandtheile sind:

Nach der Analyse von Francis *):

Flüchtige Salze, wie kleesaures Ammoniak, Salmiak, kohlensaures Ammoniak Organ. verbrennbare Substanz, welche 5.50 Proc. Humussäure, Harnsäure, Extractivstoff und 9.70 Ammoniak enthält	42.59
Wasser	27.13
Phosphorsaurer Kalk und Phosphorsaure Magnesia	22 39
Sand	0.81
Alkalische Salze, hauptsächlich phosphorsaures Kali, Chlor-Kalium und etwas schwefelsaures Kali	7.08
	100.00

Nach der Analyse von Teschemacher **):

Flüchtige Salze, kleesaures, phosphor- und humussaures Ammoniak Organ. thier. Substanzen, welche 5 Proc. Ammoniak enthalten	52

*) Chem. Gazette, Mai 1844.

**) Phil. Magaz. Mai 1844.

Fixe alkalische Salze, phosphorsaures, schwefelsaures Kali und Chlorkalium	11
Phosphorsaurer Kalk und phosphorsaure Magnesia . .	32
Erdige Stoffe	2
Wasser .	30
	100

Der Gehalt an Humussäure beträgt 4 Proc.

Im americanischen Guano hat UNGER *) auch die wichtige Substanz *Xanthicoxyd* aufgefunden, welche bis dahin nur zwei Mal als krankhafte Secretion des Menschen, nämlich als Harnstein vorgekommen ist. So liefert denn der durch seine Entstehung so merkwürdige Guano, der für die europäischen Pflanzungen ebenso erspriesslich zu werden verspricht, wie er dies schon lange für einzelne Gegenden von Südamerica ist, auch für die chemische Wissenschaft eine interessante Ausbeute.

EHRENBERG fand im americanischen und africanischen Guano eine sehr reiche Beimengung von kieselschaligen Meeresinfusorien, die 75 verschiedenen Arten angehören **).

Der Schnee und das Eis der Höhen.

Auf allen Hochgebirgen bleibt der gefallene *Schnee* liegen. Wo mit zunehmender Erhebung die Temperatur abnimmt, da erhält sich auf Bergen, die eine gewisse Höhe übersteigen, der *Schnee* das ganze Jahr hindurch. Wir nennen die Linie, welche diesen ewigen Schnee der Höhen von den tieferen Gegenden sondert, *Schneelinie.* Die Berge, welche diese Höhe übersteigen, nennt das Volk *Schneeberge.*

Das Schneien in den Hochregionen ist ein Stöbern von trockenem, krystallinisch-körnigem Schnee und nicht vergleichbar dem Schneien in der tieferen dunstreichen Athmosphäre, wo der Schnee in grossen, feuchten Flocken niederfällt und sich in bedeutenden Massen ansammelt. Der Winter ist im Hochgebirge wenig zur Schneebildung geeignet; es fällt dort vorzüglich im Früh- und Späthjahr jener feste, körnige Schnee, ganz ähnlich dem Schnee der Polarländer. Die grösste Menge legt sich an der oberen Grenze der Holzvegetation an, nach der Höhe nimmt sie ab. Daher sieht man häufig die höchsten

*) Ann. d. Ch. u. Pharm. 1844. Bd. 51, S. 395.
**) Berl. Monatsber. 1845. Februar.

Spitzen des Hochgebirges schneefrei nnd die felsige Masse der Gebirgsgipfel unbedeckt über die Wolken hervorragen. Die deutschen Alpenbewohner nennen die krystallinische Schneemasse *Firn*, die französischen *Névé*. Berge und Gipfel, welche von dem körnigen Schnee bedeckt oder davon umhüllt sind, nennt der Aelpler *Firne*.

Dieses den Hochgebirgen eigenthümliche Gebilde besteht aus locker zusammengehäuften, erbsengrossen Körnern, die durch wechselndes Aufthauen und Wiedergefrieren ihre Festigkeit erhalten. Der Firn liegt im Hochgebirge der Alpen *) theils einzeln zerstreut, theils bildet er grössere zusammenhängende Lagen in Hochthälern und an Gehängen und sendet nach allen Richtungen Eismassen wie Fransen in die Tiefe hinab. Die Oberfläche des Firns ist gewöhnlich concav, muldenförmig vertieft, sehr einförmig, da kein Schutt, keine Felstrümmer daranf liegen. Die ins Blaue ziehende weisse Farbe ist selten rein; gewöhnlich hat der Firn ein mehr oder minder schmutziges Aussehen.

Verschieden vom Firn ist der *Hochschnee*, welcher die hohen Gräte bedeckt, *Schneefelder* an Abhängen bildet, sich von Ferne durch seine glänzende Weisse auszeichnet und meist die grossen Gletscher verbindet, indem seine Gehänge in mehrere Thäler zugleich hinabsteigen. Die *Schnee-* und *Firnfelder* zusammen bilden die *Eismeere*, deren Ausflüsse die eigentlichen *Gletscher* sind. Ausgezeichnete *Eismeere* liegen in den Alpen um den *Bernina*, um das *Finsteraarhorn* des Berner Oberlandes, um den *Mont-Cervin*, um den *Mont-Blanc* und um den *Monte-Rosa*. Alle übrigen der grossen Kette von Savoyen bis ins Tyrol sind dagegen unbedeutend. Um das *Finsteraarhorn* und um den *Monte-Rosa* erreichen sie, von allen Richtungen zusammenlaufend, die grösste Höhe. An der Jungfrau und an der Kette des Monte-Rosa steigen sie bis zu den Spitzen der höchsten Hörner hinauf. Von den Gräten und Kämmen, die das Innere des Schnee- und Firnenmeeres durchziehen, hängen zahllose kleine Firne — *Hängfirne* — zwischen den zerrissenen Klippen herab und senken sich in die zusammenhängenden Eisthäler.

*) Auf welche sich das hier über „Schnee und Eis der Höhen" Vorgetragene vorzugsweise bezieht.

In einer mittleren Höhe von etwa 7600 Fuss beginnt in den Alpen die *Firnregion*. Die *Schneelinie* oder die Grenze zwischen Hochschnee und Firn liegt bei 8100 Fuss oder 1350 Toisen und ist weit veränderlicher als die *Firnlinie*. Die Lage der Schneelinie in einer gegebenen Gegend ist zunächst von der mittleren Temperatur abhängig, die in dieser Gegend in der Tiefe herrscht. Je höher hier die Jahreswärme ist, desto höher auf den Bergen wird, unter übrigens gleichbleibenden Bedingungen, die Schneelinie angetroffen werden. In einem warmen Jahre oder während einer Reihe warmer Jahre zieht sie sich höher hinauf; in kalten Jahren senkt sie sich umgekehrt herunter. Es übt aber auf die Lage der Schneelinie auch die verschiedene Vertheilung der Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten und insbesondere die Masse des im Winter sich ansammelnden Schnees einen wesentlichen Einfluss aus. Nach einem schneereichen Winter erhält sich im darauf folgenden Sommer der Schnee theilweise auch an solchen Stellen, wo er bei gleicher Sommerwärme in anderen Jahren, nach gewöhnlichen Wintern, die keine so grosse Schneemasse geliefert haben, immer wieder verschwindet. Darin liegt der Grund, dass wir die Schneelinie im Inneren des Festlandes unter denselben Breitegraden merklich höher antreffen, als in der Nähe der Meeresküsten. Hier ist die Menge des fallenden Schnees, wie überhaupt die Menge der wässerigen athmosphärischen Niederschläge weit grösser, als in einem Continentalclima und es häuft sich also auf den Höhen eine ungleich grössere Menge von Schnee an; hier ist ferner der Unterschied der Wärme der Jahreszeiten nicht so gross und es wirkt somit der kühlere Sommer des Küstenklimas zur Schmelzung der im Winter angesammelten Schneemasse nicht so kräftig ein, als der wärmere Sommer im Inneren des Festlandes. Aus diesen Gründen liegt die Grenze des ewigen Schnees auf der Ostseite des scandinavischen Gebirges um mehr als 100 Toisen höher als auf der norwegischen, dem Meere nahe liegenden Seite, ungeachtet auf dieser norwegischen Seite die jährliche Mitteltemperatur in gleicher Meereshöhe und unter demselben Breitengrade beträchtlich höher ist. Die Schneelinie am Caucasus liegt um volle 300 Toisen höher, als an den Pyrenäen, die unter gleichem Breitengrade liegen. Am Caucasus ist aber in gleicher Meereshöhe eine merklich geringere mittlere Jahreswärme, als in den Pyrenäen.

Endlich hat auf die Höhe der Schneelinie die eigenthümliche Lage eines Ortes einen wesentlichen Einfluss. Auf der Südseite oder überhaupt auf einem der Sonne zugekehrten Abhange schmilzt der Schnee eher weg, als auf der Nordseite, oder in einem gleich hoch liegenden engen schattigen Thale oder Dobel. Namentlich ist auch die auf die Umgebung erkältend einwirkende Anhäufung grösserer vorhandener Schneemassen von wesentlichem Einfluss. Es liegt die Schneelinie auf einzeln stehenden Bergen, die sich in die Region des ewigen Schnees erheben, immer höher, als auf gleich hohen zusammenhängenden, von hohen Gebirgsgipfeln umgebenen Ketten oder Stöcken.

Man ersieht aus diesen Verhältnissen, dass die Höhe der Schneelinie in einer und derselben Gegend Verschiedenheiten und Veränderungen unterworfen ist, und dies in einem um so höheren Grade, je veränderlicher die Umstände sind, welche einen Einfluss auf ihre Lage haben. Wo diese beständiger sind, wie in der heissen Zone, wo insbesondere die Witterungsverhältnisse eine grosse Beständigkeit zeigen, da ist auch die Lage der Schneelinie schärfer bezeichnet und leichter zu bestimmen.

Die mittlere Jahrestemperatur unter der Schneelinie ist in den Aequatorialgegenden nach v. Humboldt ziemlich nahe am Frostpunkt, $= + 0°,3$. In den Alpen ist sie beträchtlich niedriger. Hier liegt nach Bischofs *) Berechnung die Lufttemperatur von 0° R. in einer Höhe von 6165 Fuss. Angenommen, dass die Temperatur in den Alpen für je 677 Fuss Erhebung um 1° R. abnimmt, so ist auf der Schneelinie in 8100 Fuss Höhe, die mittlere Lufttemperatur $= - 3°,3$. Dies stimmt mit den Beobachtungen, die Pictet am Abhange des Buet in der Kette des Mont-Blanc gemacht hat, und wornach der ewige Schnee dort erst bei einer mittleren Temperatur von — 3°,7 R. anfangen soll.

Nachstehende Tabelle zeigt, wie die Verschiedenheiten der Lage der Schneelinie, wenn sie durch zahlreiche Messungen in einem ausgedehnten Hochgebirge bestimmt wird, verschwinden und wie sie, bei der Zusammenstellung der Bestimmungen der Höhe der Schneegrenze in den bisher untersuchten Hochgebirgen der verschiedenen Zonen, immer näher an das Niveau

*) Wärmelehre des Innern unseres Erdkörpers, S. 224.

des Meeres herabsinkt, je mehr die nördliche Breite zunimmt und die geographische Lage sich dem Pole nähert.

	Breitegrad nach Norden.	Höhe in Meter.	
Quito unter dem Aequator	0	4824	Südamerica
Vulcan Puracé	2° 18′	4688	
Vulcan Tolima	4° 46′	4670	
Sierra Nevada di Merida	8° 5′	4550	
Abyssinien	13° 10′	4287	Africa
Mexico	19°	4500	Mittelamerica
Himalaya, Nordabhang	31°	5067	Centralasien
„ Südabhang	31°	5956	
Hindu-Kho	34½°	3956	
Sierra Nevada de Granada	37° 10′	3410	Spanien
Aetna	37° ½′	2905	Sicilien
Argäus-Berg	38° 33′	3262	Kl. Asien
Ararat	39° 42′	4318 (?)	
Pyrenäen	43°	2728	Südeuropa
Elbruz am Caucasus	43° 21′	3372	Armenien
Alpen	46°	2700	Mitteleuropa
Altai	50°	2144	Mittelasien
Unalaschka	53° 44′	1070	Kamtschatka
Schevelutsch	56° 40′	1600	Aleuten
Ural, nördlicher	59° 40′	1460	Sibirien
Aldan	60° 55′	1364	
Norwegen	60–62°	1569	Nordeuropa
Oster Sökul	65°	936	Island
Norwegen	67°	1266	N. Europa
„	70°	1072	
„ Insel Mageroe	72°	720*)	

Die den Hochgebirgen eigenthümlichen *Schneefelder* und *Firne* sind die Erzeuger und Ernährer der *Eismassen*, die durch Schluchten und Thäler des Hochgebirges herabsteigen und *Gletscher* genannt werden. Durch die Thäler, welche aus den Regionen der Schnee- und Firnfelder in die tieferen Gegenden herunterreichen, werden Eismassen gegen diese hervorgeschoben und erhalten sich nur durch den Zusammenhang mit den Firnen und Schneefeldern und durch das immerwährende Nachrücken des Eises von oben herab; sie erhalten sich dadurch

*) A. v. Humboldt, Asie centrale t. III. p. 252 u. f.

selbst in Umgebungen, wo ewiger Schnee längst nicht mehr selbstständig sich erhält. Diese Eismassen sind also nicht aus dem Schnee gebildet, der an Ort und Stelle aus der Athmosphäre heruntergefallen ist, sondern sie werden durch den ewigen Schnee der Höhen unterhalten. Solche Eismassen, die aus den Regionen des Hochschnees herabsteigen und sich in die vorliegenden tieferen und wärmeren Thäler hervordrängen, sind die *eigentlichen Gletscher*. Man sieht sie im Hochgebirge Thäler und Schründe ausfüllen, einerseits weit emporsteigen in das Innere des Firnmeeres, andererseits sich tief herabsenken in bewohnte Gegenden, wo die mittlere Temperatur über Null ist. Das untere Ende des unteren *Grindelwald-Gletschers* liegt nach Bischof's Messungen *) nur 2989 Fuss über dem Meere, also in einer Region, wo die mittlere Lufttemperatur ungefähr zu + 5° R. angenommen werden kann. Andere Eismassen, die aus dem Firn hervortreten, füllen jäh abstürzende Gebirgsdobel aus und treten über die untersten Gräte herab. So namentlich die kleineren Gletscher, die wie Zacken von der ewigen Firnlinie auslaufen, wenig unter 7000 Fuss herabsteigen, sich öfters im Sturze über hochaufstrebende Felsen zertrümmern und in wilden Abgründen zu Staub zerschlagen. Dieses Schauspiel bietet sich dem Gebirgswanderer auf der Wengeralp im Berner Oberland fast jeden Augenblick dar.

Das *starre Eis* in bewohnten Gegenden, wie es sich am unteren Ende vieler Gletscher zeigt, hat durch seinen Gegensatz zu der *üppigen Vegetation* daneben, zu allen Zeiten die Aufmerksamkeit der Alpenbesucher angeregt und sie zu näherer Beschauung der Gletscher hingezogen. In den Alpen steigen am tiefsten herab der obengenannte *Grindelwald-Gletscher*, bis zu 2989 Fuss, der *Aletsch-Gletscher* im oberen Wallis, bis zu 3260 Fuss und der *des Bois-Gletscher* im Chamounix-Thal bis zu 3290 Fuss.

Die Umwandlung des Firns in Eis erfolgt, indem er in der Sommerzeit theilweise schmilzt, von Regenwasser durchdrungen wird und hierauf gefriert. Die im Hochgebirge fallende Schneemenge wird in Thälern und Dobeln durch Winde und Herabstürzen von Höhen ausserordentlich vermehrt. Durch die Wirkung der Sonnenwärme wird im Som-

*) Wärmelehre des Inneren unseres Erdkörpers S. 113.

mer ein Theil der Firnmasse zu Wasser geschmolzen, das zwischen den körnigen Firnschnee einsickert, nicht selten auch von Regen durchtränkt, dessen Niederfallen noch in 10,000 Fuss Höhe beobachtet worden ist *). Dadurch wird der Firn öfters so erweicht, dass man darin bis ans Knie einsinkt **), während er im trockenen Zustande fest ist und gut trägt. Sowohl durch die Berührung mit der kalten Firnmasse, als durch die Kälte der Nacht gefriert das Wasser im inneren und unteren Theil des Firns, wobei seine *Körner* zusammenbacken und sich in weisses lockeres Eis verwandeln. Das gefrierende Wasser setzt sich um die Firnkörner an, vermehrt ihr Volumen und verbindet sie wie ein Mörtel zu einer weissen Eismasse, die aus *eckigen Stücken* zusammengesetzt ist. Dabei behält der Firn auf der Oberfläche häufig seinen eigenthümlichen Charakter, während er auf dem Boden schon in Eis verwandelt ist; häufig aber wird er auch in einem Sommer an seinem unteren Ende ganz in Eis verwandelt. Staub und Sand, welche zur Sommerzeit von den Felswänden hergeweht werden, bedecken seine Oberfläche. Fällt eine neue Schneelage, die wiederum dieselbe Umwandlung erleidet, so entsteht nach und nach im unteren Theil der Firnregion eine Eismasse, die in horizontale Schichten abgetheilt ist. Diese Schichten sind durch Staub- und Sandlagen von einander getrennt, bestehen aus den Schneeablagerungen der einzelnen Winter und jede Schicht deutet also einen Jahrgang an. Steintrümmer, welche auf den Firn fallen, gelangen in das Innere der Eismasse, indem sie von frischem Schnee bedeckt werden und sich aus der jährlich herabfallenden Schneemasse immer wieder eine neue Schicht Eis über der alten bildet. Die *Eisschichten* der Firnregion entstehen somit, indem sich auf die in einem Jahre gebildete Schicht im nächsten Jahre eine neue *auflagert.*

Mit dem Uebergang des körnigen Firns in eine weisse lockere Eisschicht verändert sich sein Ansehen; er zeigt sich durch Spalten zerrissen und von blauen Bändern dichteren Eises durchzogen, welche parallel mit der Schichtung laufen. Die Spalten werden durch Temperaturwechsel gebildet und dadurch, dass die compactere eisige Firnmasse sich über den Felsen-

*) Zumstein, in v. Welden's Monte-Rosa.

**) Hugi, Alpenreise S. 278.

boden abwärts *bewegt* und dabei zerreisst. Die blauen Bänder entstehen durch das Gefrieren des Wassers, das in die Firnmasse eindringt und während der kalten Jahreszeit soweit die Winterkälte in das Innere des Firns einzudringen vermag, zu einem dichten Eise wird, das ganz übereinstimmende Beschaffenheit mit demjenigen hat, welches sich in künstlich gemachten, mit Wasser angefüllten Vertiefungen im Winter auf dem Gletscher bildet. Der eisige Firn erscheint manchmal schon in beträchtlichen Höhen. Zumstein brachte bei seiner ersten Besteigung des Monte-Rosa, im August 1820, die Nacht in einer eisigen Firnspalte in 13,128 Fuss Meereshöhe zu.

Vom *Hochschnee* und den *Firnmassen (Haut-nevés)* muss man die *Schneefelder (Bas-nevés)* unterscheiden, die im Hochgebirge auf Höhen vorkommen, in welchen die Sonnenwärme im Sommer tägliches Aufthauen bewirkt und in denen häufig Regen fällt, in Höhen von 5000 bis 7000 Fuss. Sie liegen an Abhängen oder in Dobeln auf der Nord- und Ostseite und bilden gewöhnlich nur eine schwache Lage, durch welche das Regen- und Schmelzwasser des Schnees bis auf den Boden dringt und auf diesem abfliesst. Wo diese Schneelagen etwas stärker sind und Wasser zurückhalten, da bildet sich wohl an ihrer unteren Seite auch Eis.

Solche *Schneefelder* bleiben *unbeweglich* und unterscheisich dadurch, so wie durch die Beschaffenheit des weicheren, sich ballenden Schnees ganz charakteristisch von den *Firnfeldern.* Sie haben auch niemals die grosse Ausdehnung dieser. Einzelne, wie z. B. das Schneefeld auf dem *Nuffenen*-Pass, zwischen Oberwallis und Canton Tessin erreichen wohl eine Meile Ausdehnung. Wenn in einer Reihe kalter Jahre mit schneereichen Wintern die Schneemasse sehr zunimmt, das Wasser alsdann von derselben zurückgehalten wird, so verwandeln sie sich nach und nach in Gletschereis, fangen an, sich zu bewegen und Gletschernatur anzunehmen. Das war in den Jahren 1816 und 1817 bei vielen der Fall. Darauffolgende warme Jahre führen sie aber wieder in den Zustand eines gewöhnlichen Schneefeldes zurück.

Der Uebergang des Hochschnees und Firns in Gletschereis geschieht immer nur ganz *allmählig.* Auf den grössten Höhen von 14000 Fuss und auf solchen, die man öfters nach schneereichen Wintern ohne allzugrosse Mühseligkeiten erreichen kann,

auf Höhen von 11—12000 Fuss, ist die Masse des Hochschnees von geringer Mächtigkeit; es schneit hier wenig und fällt ein ganz krystallinischer Schnee. Die grösste Menge fällt in den Alpen bei etwa 7000 Fuss, von wo sie nach oben, so wie nach unten abnimmt. Daher sind Schnee-*Lawinen* auch nur in dieser Mittelregion häufig, aus der sie sich in die Thäler stürzen. In den Hochregionen sieht man sie nicht, dagegen häufig in tieferen, warmen Thälern den ganzen Sommer hindurch.

Bleibt der Hochschnee ohne zu schmelzen, so nimmt er körnige Structur an und geht in Firn über. In Höhen von 10,000 bis 8000 Fuss herab erscheint er als ausgebildet körniger weisser Firn mit Körnern von 1 bis 2 Linien Durchmesser. Seine Mächtigkeit beträgt in den grössten Höhen nur einige Klafter, tiefer 60 bis über 100 Fuss. In den unteren Lagen ist hier aber schon *Eis*, und je nach der Lage, bei 8000 bis 7600 Fuss Höhe, tritt endlich die reine, feste, blaue Eismasse daraus hervor. Von hier an ist man im Gebiet der *Gletscher*. Die wahre *Firnlinie* liegt in jener Höhe, in welcher über dem Gletscher im Sommer der Schnee nicht mehr ganz wegschmilzt. Der Schnee, der im Winter auf daz Gletschereis fällt, schmilzt jedesmal im Sommer wieder weg. Der Gletscher wächst nicht durch Ablagerung von Schnee oder Eis auf seiner Oberfläche; er wächst einzig durch nachrückende Eisbildung aus dem Firn heraus. Alles Gletschereis war früher Firnmasse. Die Grenzlinie zwischen beiden Gebilden liegt da, wo sich Steinblöcke auf der Oberfläche erhalten *). Nur das festere Gletschereis trägt diese; im Firn sinken sie ein.

Von dem Gletschereis der Hochregionen *unterhalb* des Firns muss das *Hocheis* der Alpenhörner wohl unterschieden werden **).

Zwischen den Felsen und Zacken der höchsten Hörner entsteht öfters durch warme Luftströme oder durch reflectirte Sonnenstrahlen vorübergehend eine Wärme, bei welcher der Hochschnee schmilzt, der sich in der gleich darauf folgenden Nachtkälte in Eis verwandelt. Es zeichnet sich dieses Hocheis durch

*) Desor in der Biblioth. univ. de Genève 1840, Heft 53 und 54.

**) Hugi, über das Wesen der Gletscher 1842, S. 73. Kholenati, die Gletscher des Kasbek, Pogg. Ann. Bd. 66, 1845, S. 553. Saussure, Voyages dans les Alpes t. IV.

weisse Farbe, glatte glänzende Oberfläche, Durchsichtigkeit, dichte Beschaffenheit aus und schliesst Luftblasen ein. Der trockene Hochschnee gleitet leicht über seine glatten Flächen weg, die dem Bergsteiger sehr gefährlich sind.

Das *Gletschereis* ist von diesem Hocheis, so wie von dem Eis unserer Seen und Flüsse durchaus verschieden und hat überhaupt mit dem Eis, welches die Winterkälte auf den Gewässern hervorbringt, gar keine Aehnlichkeit. Es ist matt, hat eine rauhe höckerichte Oberfläche und eine ins Bläuliche oder Grünliche spielende Farbe, die um so intensiver hervortritt, je grösser bergabwärts die Festigkeit der Eismasse ist. In Spalten und Schründen zeigt es eine schöne lazurblaue Farbe, und diese um so prachtvoller, je weiter gegen das untere Ende die Schründe liegen. Aufwärts gegen die Firnlinie verliert sich das Blau allmählig mit Abnahme der Festigkeit des Eises und wandelt sich oft in ein zartes Meergrün um. Dieses zeigt sich besonders schön, wo Bäche auf der Oberfläche des Gletschers hinlaufen und dieselbe durchfurchen, in ihren eisigen Betten. Die rauhe Oberfläche, vermöge welcher man auf den Gletschern ganz bequem und ohne Gefahr umhergehen kann, wenn sie nicht zu steil oder allzusehr zerklüftet sind, hat ihren Grund in der Zusammensetzung des Gletschereises aus lauter einzelnen Stücken von $^1/_2$ bis $1\,^1/_2$ Zoll Durchmesser. Durch das ungleiche Abschmelzen dieser Stücke wird die Oberfläche rauh und höckericht, wobei sie ein mattes, weissgraues Ansehen hat, während die Eismasse im Inneren eine schöne blaue Farbe zeigt. Die eigenthümliche Structur dieses Eises ist auch die Ursache der feinen *Haarspalten*, welche die Masse in allen Richtungen durchziehen, nach der gegenseitigen Lage und Stellung der Fragmente, zwischen welchen sie hinlaufen.

Die unvollkommene Durchsichtigkeit dieses Eises wird durch eine grosse Menge feiner *Luftbläschen* verursacht, die aus dem vom Wasser durchtränkten und zusammenfrierenden Firn nicht entweichen konnten.

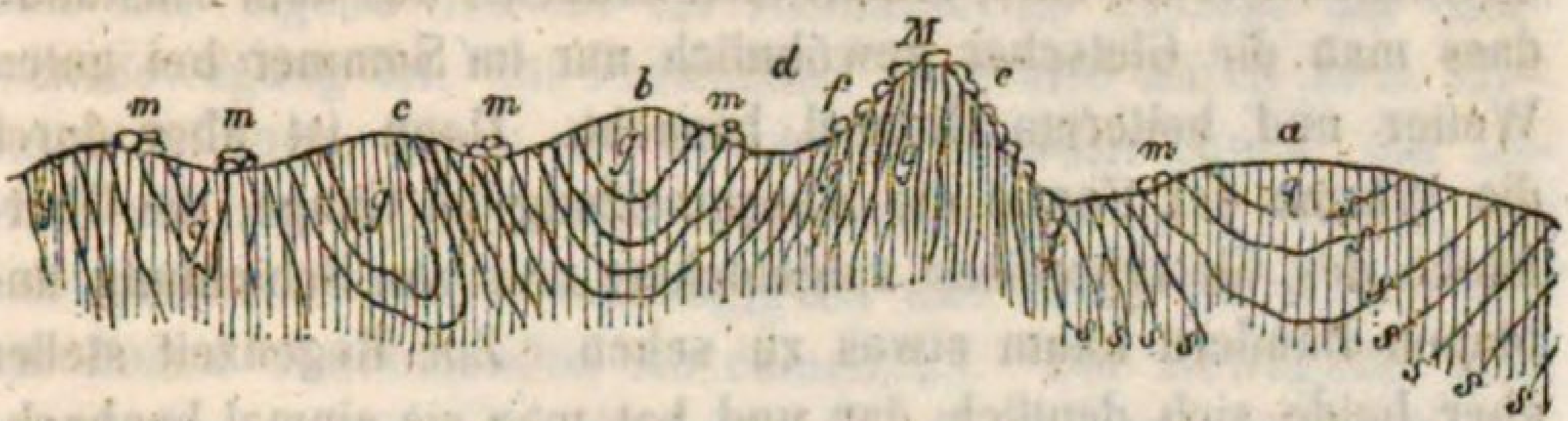
Eine weitere Eigenthümlichkeit des Gletschereises, die von seiner Bildungsweise abhängt, ist seine *Schichtung*. Schon an der unteren Grenze der Firnregion ist die Eismasse in horizontal liegende Schichten abgetheilt. S. oben S. 574. So wie der Firn aufhört und thalabwärts die eigentliche Gletscherregion beginnt, fangen die Schichten an, sich zu *biegen*, in-

dem sie sich von beiden Seitenrändern gegen die Mitte einsenken. Die Oberfläche des Gletschers ist daher nicht mehr eben; die Schichten bilden einen Bogen, dessen Convexität thalabwärts gerichtet ist. Die Schichtenköpfe erscheinen an der Oberfläche. Oefters sind die Schichten stark aufgerichtet und bisweilen beinahe senkrecht. In den Umgebungen der *Hütte* der *Neuenburger* (Hotel des Neuchatelois), wo Agassiz 1842 an den *Aar-Gletschern* (S. Tafel VIII. Fig. 1) das Verhältniss der Schichtung zuerst genau beobachtete und studirte, ist die Stellung der Schichten so mannigfaltig und verwickelt, wie man es kaum mehr bei einem geschichteten Gesteine antrifft. Da, wo der *Lauteraar-Gletscher*, durch den grossen Gufferwall getrennt, mit dem von der anderen Seite des Abschwungs herabkommenden *Finsteraar-Gletscher* zusammengestossen ist, hat die Einbiegung der Schichten so zugenommen, dass sie von beiden Rändern her unter steilen Winkeln gegen die Mitte einfallen und auf der Mitte des Gletschers selbst theilweise senkrecht stehen. Ein ähnliches Verhalten zeigt der *Finsteraar-Gletscher* auf der rechten Seite des Gufferwalls. Wo mit einem grossen Hauptgletscher ein kleinerer Seitengletscher zusammenstösst, erscheint sehr bald seine ganze Masse so aufgerichtet, dass seine Schichten steil vom Hauptgletscher gegen den Rand zu einfallen. Die einzelnen Schichten lassen sich deutlich erkennen, indem sie gewöhnlich eine etwas abweichende Beschaffenheit des Eises haben und Sand einschliessen, der vorzüglich auf der ursprünglich nach oben gerichteten Oberfläche liegt und bisweilen den naheliegenden Schichten eine etwas verschiedene Färbung mittheilt. Schmilzt das Eis ab, so spült das Wasser der Gletscherbäche ihn nicht vollständig weg und er bleibt theilweise an der Stelle des abgeschmolzenen Eises liegen. Dabei dient er zu einer deutlichen Bezeichnung der Linien, in welchen sich die ausgehenden Köpfe der Eisschichten über die Fläche des Gletschers hinziehen *).

Von den verwickelten Schichtungsverhältnissen der Gletscher gibt nachstehendes Profil des *Unteraar-Gletschers*, quer durch die Eismasse der Höhe der *Hütte* der *Neuenburger*, welches

*) P. Merian, Bericht über die Verhandl. der naturf. Gesellsch. in Basel V. 1843.

Agassiz *) mitgetheiit hat, einen deutlichen Begriff: die klei-



neren Gandecken und Gufferwälle sind mit *m* bezeichnet, mit *M* der grösste Gufferwall in der Mitte; *gg* sind ebensoviele hier vereinigte, verschiedene (9) mehr oder weniger zusammengedrückte Gletscher; *ss* bezeichnen die einzelnen Schichten der verschiedenen Gletscher, die aber zahlreicher sind, als in diesem Profile. In dem Gletscher *a*, dem *Lauteraar-Gletscher*, in *b*, dem *Finsteraar-Gletscher* und *c*, dem *Altmann-Gletscher* sind die Schichten einfach gebogen und entsprechen sich von beiden Seiten, während in *d*, *e*, *f*, den Gletschern der *Strahleck*, des *Abschwungs* und der Seite der *Lauteraarhörner*, die Schichten vollkommen aufgerichtet sind.

Jede Eisschicht entspricht wohl ursprünglich einem während einer bestimmten Zeit, gewöhnlich während eines Jahres in den Hochregionen gefallenen Firnschnees. S. oben S. 574 Thalabwärts wird die Schichtung undeutlicher und gegen das untere Gletscherende ist sie nicht mehr zu erkennen.

Nebst dieser Schichtenabtheilung zeigt sich in dem Gletscher noch ein System von parallelen Bändern dichteren Eises, die meist vertical sind und die Eisschichten in sehr verschiedenen Winkeln durchsetzen. Die feinen Striche in obigem Profil geben sie an. Diese Bänder bestehen aus einem helleren, blaueren Eise, als die übrige Masse und sind offenbar durch das Gefrieren des auf Rissen in das Gletschereis infiltrirten Wassers entstanden. Man nennt sie ihrer Farbe wegen *blaue Bänder*. Sie sind in der Mittelregion der Gletscher am deutlichsten, verschwinden aber wie die Schichtung, allmählig gegen das Ende des Gletschers, wo sein Eis dichter, durchsichtiger und blauer wird.

*) Jahrb. f. Min. und Geogn. 1843. S. 85.

Dass sowohl die *Schichtung* als die *blauen Bänder* so lange übersehen worden sind, erklärt sich zunächst aus dem Umstande, dass man die Gletscher gewöhnlich nur im Sommer bei gutem Wetter und heiterem Himmel besucht. Dann ist aber durch die Wärme der Sonne die Abschmelzung im Gange, die Oberfläche des Gletschereises aufgelockert und von Schichtung und blauen Bändern kaum etwas zu sehen. Zur Regenzeit stellen aber beide sich deutlich dar und hat man sie einmal beobachtet, so wird man sie überall wieder erkennen.

So wie der Firn sich in Eis umgewandelt und die Schichtenbildung stattgefunden hat, beginnt die Eismasse sich zu *bewegen.* Langsam aber unaufhaltsam und beständig bewegen sich die Gletscher in ihrer *ganzen Masse* durch die Thäler hinab. Schon längst wären alle Hochgebirgsthäler der Alpen mit Eis erfüllt, wenn dadurch nicht die in den Hochregionen gefallenen Schneemassen und die daraus entstandenen Eislagen in die tieferen Regionen herabgebracht würden, wo sie unter dem Einfluss der warmen Temperatur schmelzen. Je grösser die von einem Firnfelde ausgehende Eismasse ist, desto mehr Zeit bedarf es auch, dieselbe zu schmelzen und desto weiter herab rückt folglich der Gletscher bei seiner unaufhaltsamen und steten *Bewegung.* Sie erfolgt in der Richtung des stärksten Falls der Unterlage durch das eigene Gewicht der Eismasse. Die Stellen, an welchen der Gletscher auf der abschüssigen Unterlage aufliegt, schmelzen ab und dann bewirkt die von oben drückende Last ein Vorrücken des Eises thalabwärts. Die Neigung des Bodens, über welchen die Gletscherbewegung hinweggeht, ist sehr verschieden. Ganz horizontal liegt kein Gletscher, bei welchem Bewegung nachgewiesen ist. Bei vielen ist aber die Neigung des Bodens sehr gering. Doch gibt es in den Alpen keinen einigermassen ausgedehnten Gletscher, der sich auf einer Unterlage von weniger als 3° bewegte *). Der *Unteraargletscher*, ein Beispiel eines sehr wenig geneigten Gletschers, zeigt an seiner Oberfläche einen Abfall von 3 und 4°. Viele Gletscher haben eine weit beträchtlichere Neigung, die bei einigen selbst über 45° betragen kann. Die Fortbewegung geschieht immer gleichmässig in der ganzen Mächtigkeit des Gletschers, was unumstösslich beweisst, dass der Gletscher

*) E. de Beaumont in Jahrb. f. Min. 1842. S. 858.

durch Abschmelzen am Boden von demselben *abgelöst* und dass das eigene *Gewicht* der Eismasse die Ursache der Gletscherbewegung ist. Ihr Fortrücken wird also durch zwei Elemente bedingt: durch den abwärts wirkenden Druck, der sowohl von der Neigung der Bodenfläche, als vom Gewicht der aufliegenden Eismasse abhängig ist und durch die Grösse des am Boden stattfindenden Abschmelzens. Die Bewegung geht ununterbrochen fort zu allen Stunden des Tages und der Nacht, sie steht aber im Verhältniss zur Witterung; bei kalter Witterung ist sie langsamer als bei warmer; in strenger Winterkälte sinkt sie auf ein Minimum kerab. Die Grösse der Bewegung ist verschieden bei den einzelnen Gletschern und auch in ihren verschiedenen Theilen. Agassiz und Forbes haben die Thatsache ausgemittelt, dass die Bewegung des Gletschers in der Mitte bedeutend grösser ist, als an den beiden Seitenrändern und gegen Ende desselben gradatim abnimmt. Bei dem am genauesten untersuchten Aargletscher beträgt sie, etwa eine Stunde thalabwärts von der Firngrenze, jährlich 84 Meter, = 280 Fuss Bad.; dem Ende des Gletschers nahe hat sie aber so stark abgenommen, dass sich die Grösse der Bewegung dort zur obigen verhält wie 23 zu 37. Eine natürliche Folge davon ist die zunehmende Zusammendrückung des Eises gegen das Thalende des Gletschers und somit eine grössere Dichtigkeit des Eises. Bei dem Aargletscher wiegt ein Cubikmeter Eis von seinem Ende genommen 72 Kilogr. mehr, als dieselbe Masse in der Mitte seiner Länge ausgehauen *). Die tägliche Bewegung macht in den Sommermonaten bei schwach geneigten Gletschern einige Zolle, z. B. beim Aargletscher etwas über 3 Zolle aus; am Eismeer im Chamouni-Thal beobachtete Forbes in den letzten Tagen des Juni 1842 ein Fortschreiten von 8 bis 9 Zoll innerhalb der 12 Stunden des Tages.

Die Bewegungen des *Gletscherendes*, sein *Vorrücken* und *Sichzurückziehen*, sind von der allgemeinen Bewegung der Gletschermasse wohl zu unterscheiden. Diese bewegt sich ununterbrochen nach unten, die wärmere Temperatur der tieferen Region bewirkt Abschmelzen und Verringerung des Eises und endlich hört der Gletscher an demjenigem Punkte auf, wo sich die beiden Elemente, das Nachrücken und das Abschmelzen

*) Vogt, Lehrb. d. Geol. u. Petrefactenk. Bd. II. S. 5.

des Eises, das Gleichgewicht halten. Fällt während kalter, regnerischer Jahre viel Schnee, schmilzt wenig Eis ab, so überwiegt die Grösse der Eisbildung und die Stärke seines Nachrückens das abschmelzende, zerstörende Element und die Gletschermasse rückt tiefer in das Thal herab, ihr Ende wird weiter vorgeschoben; ist im Gegentheil in warmen Jahren das Abschmelzen überwiegend, so werden die tiefsten bisher von Eis bedeckten Theile des Thales davon befreit, das Ende des Gletschers zieht sich zurück, weil jetzt von demselben mehr Eis abschmilzt, als von oben nachrückt.

Die *Mächtigkeit* der Eismasse, die einen Gletscher bildet, ist sehr verschieden. Es gibt Gletscher von den verschiedensten Grössen; winzig kleine und ausserordentlich grosse. In den Alpen, namentlich um den *Monte-Rosa*, im *Berner Oberland* und in den *Penninischen Alpen* liegen Gletscher von 5 bis 6 Stunden Länge, deren Eismasse eine ungeheure Mächtigkeit hat. Man hat an mehreren Stellen das Eis in einer Mächtigkeit von 800 Fuss und darüber gefunden. Das Thalende ist immer weniger mächtig und hat eine Höhe von 20, 30, 50 bis über 100 Fuss. Die Breite ist in der Regel durch die Beschaffenheit der Thäler bedingt, in denen die Eismassen liegen und da die Hochgebirgsthäler meistens enge sind, so ist im Allgemeinen die Breite der Gletscher gering im Verhältniss zu ihrer Länge und gewöhnlich in der Hochregion beträchtlicher, da wo der Gletscher öfters aus zwei oder mehreren Firnfeldern heraustritt. S. Fig. 1. Taf. VIII.

Die *Temperatur* des Inneren der Gletschermasse ist ziemlich constant = 0° oder einige Zehntel darunter, indem die Temperatur der äusseren Luft nur bis auf die Tiefe von einigen Fussen eindringt. Ein Thermometrograph, der den Winter über 25 Fuss tief im Eise gesteckt hatte, zeigte als Maximum die Kälte — 0,3° C.*) Die Oberfläche der Gletscher ist niemals horizontal, sondern immer mehr oder weniger gewölbt und an den Seiten, gegen die einschliessenden Thalwände hin, abschüssig. Die starke Reflexion der Wärmestrahlen an den Felswänden bewirkt an den Seiten des Gletschers ein stärkeres Abschmelzen und dadurch entsteht der gewölbte Abfall, der bei schmalen Gletschern und steilen Felswänden am Thalende oft-

*) AGASSIZ, geolog. Alpenreisen, deutsch, 1844. S. 60.

mals so hoch und so steil ist, dass man hier nur mit Mühe vermittelst in das Eis eingehauener Stufen an demselben hinaufsteigen und auf die Oberfläche der Eismasse gelangen kann. Bei flachen Thalwänden ist der Abfall weniger steil; bei einer Richtung des Gletschers von Süd nach Nord auf beiden Seiten ziemlich gleich; bei einer Ost-West-Richtung aber immer viel beträchtlicher an der Nordseite, weil die nördliche Thalwand, den ganzen Tag über von der Sonne beschienen, die Wärmestrahlen mit ungleich grösserer Wirkung auf den Gletscher reflektirt. Unter solchen Verhältnissen zieht sich der Nordrand des Gletschers bisweilen so weit von der Thalwand zurück, dass zwischen beiden eine leere Fläche von mehreren Metern ist, welche zur Winterzeit von Schnee ausgefüllt wird.

Bei vielen Gletschern ist das Eis der Oberfläche ziemlich rein und fast ohne Spur einer Bedeckung durch Staub, Sand oder Schuttmassen; bei anderen dagegen verbirgt eine Bedeckung von Erd- und Schuttmassen das Eis so vollkommen, dass man weite Strecken auf der Oberfläche zurücklegen kann, ohne wahrzunehmen, dass man über Eisflächen hinwandert, indem man nur über Sand, Schuttmassen und felsigen Grund schreitet.

Alle Gletscher sind von Spalten durchsetzt, die man *Schründe* heisst. Sie sind eine natürliche Folge der Bewegung der Eismassen und können auch durch Temperaturverschiedenheiten der verschiedenen Schichten der Gletscher verursacht werden. Der Firn hat in der Regel eine gleichförmige geschlossene Oberfläche. Er ist körnig, unzusammenhängend und rutscht und dehnt sich aus, ohne Spalten zu werfen; sobald er aber eisartig wird, beginnt die Zerspaltung. In der Thalregion ist das Gletschereis fest, spröde und brüchig, namentlich durch Infiltration des Wassers in die Haarspalten und das Gefrieren darin. Daher spaltet sich hier das feste Gletschereis vielfach und bisweilen von der Oberfläche bis zum Boden, wobei man vermittelst solcher ungeheuern Risse die Dicke des Eises messen kann. Hugi fand auf dem Unteraargletscher eine Spalte von 120 Russ Tiefe. Sie reichen indessen selten bis auf den Boden. Ihr Entstehen ist von einem bedeutenden Krachen begleitet und erfolgt unter Erschütterung der ganzen Eismasse. Bei Spalten, die breit sind und bisweilen in einer Breite von 10, 20 bis 30 Fuss angetroffen werden, sieht man das Azurblau ihrer Wände in wunderbarer Schönheit; sie hemmen aber

das Vordringen des Gletscherwanderers, da man sie nicht überschreiten kann. Können sie nicht umgangen werden, so muss man sie mit einer Leiter übersetzen. Bisweilen liegen natürliche Schneebrücken darüber, welche den Uebergang indessen sehr gefährlich machen, wenn die Hitze der Mittagssonne die oberen Schneeschichten erreicht hat. Mancher Gemsenjäger und Bergwanderer hat unter solchen Verhältnissen sein Grab in diesen schauerlichen Schründen gefunden. Es ist der Uebergang über solche Schneebrücken wahrhaft lebensgefährlich, wenn man sie in den Mittagsstunden überschreitet, indem der durch die Nachtfröste erhärtete Schnee durch die Wirkung der Sonnenwärme in wenigen Stunden so erweicht wird, dass er einbricht.

Die anfangs horizontal liegenden Schichten des Firneises nehmen, wie gezeigt, S. 578, mit Beginnen der Bewegung des daraus hervorgehenden Gletschers eine gebogene Form an, indem die Ränder gegen die schneller sich bewegende Mitte zurückbleiben. Diese Bewegung der Gletscher ist der Bewegung der Wassermasse eines Stromes vergleichbar, in welchem ebenfalls das Wasser in der Mitte weit schneller fliesst, als an den Rändern. Die Trümmermasse von Eis, und als solche muss der aus kleinen Stücken zusammengesetzte Gletscher betrachtet werden, wird durch das einsickernde Wasser nachgiebiger, verschiebbarer, und so bewegt sie sich wie eine durchwässerte Schuttmasse. Die Ränder der in der Mitte abwärts gebogenen Schichten richten sich auf, so dass man sie unter mehr oder minder spitzen Winkeln ins Innere des Gletschers einfallen sieht. Das Eis wird bei der Bewegung thalabwärts immer fester, verliert seine Elasticität und *spaltet* sich während der Bewegung. Meistens laufen die Spalten quer durch den Gletscher, rechtwinkelig gegen die Längenaxe. Die einen zeigen sich an den Rändern, wo Felsenvorsprünge die Bewegung des Eises hemmen und Zerreissung desselben bewirken; die andern durchsetzen den Gletscher zum grössten Theil. Einfache (nicht aus mehreren zusammengesetzte) Gletscher werden oft in ihrer ganzen Breite von Schründen durchsetzt. Bei zusammengesetzten Gletschern ist dies nicht so; es entsprechen sich die Schründe der einzelnen Gletscherzuflüsse durchaus nicht. Bewegt sich der Gletscher über einen sehr unebenen, höckerigen Boden, so erweitern sich die Spalten nach oben und werden zu gähnenden, schauerlichen

Schründen. Ist der Thalboden abgestuft, zeigt er plötzliche Vertiefungen, steile Abstürze, so wird die ganze Gletschermasse über solchen Stellen von unzähligen Schründen durchsetzt, die sich nach allen Richtungen durchschneiden und erzeugen so die wunderlichen und oft bizarren Eisgestalten, welche unter dem Namen der *Gletscher-Nadeln* bekannt sind. Ihre mannigfaltigen Formen, der blaue Wiederschein ihrer senkrechten Wände ziehen schon aus weiter Ferne das Auge auf sich. Das immerwährende Abschmelzen in den Sommermonaten unterhält einen anziehenden Wechsel der Gestalten, deren glatte Wände in den schönsten blauen und grünen Farben strahlen.

Wo ein Felsen vorspringt, der Bewegung hemmend entgegentritt, da geht von ihm aus ein Stern von Spalten, die sich gegen die Axe ziehen. Wo das Thal zugleich eine schnelle Wendung macht, da drehen sich alle Schründe von dem Felsenvorsprung ab gegen die Axe des Gletschers und werden Längsspalten. So findet man es überall, wo die Thalbiegung dem unteren Ende des Gletschers nahe liegt und dabei erhält sich die Längsrichtung der Schründe bis herab zum Ende. Dieser Einfluss tritt ausgezeichnet am Thalende des colossalen Zermatt-Gletschers am Monte-Rosa auf, ebenso an dem grossen Murterotsch-Gletscher bei Ponte-Resina im oberen Engadin, dessen unterer Theil von mächtigen, ziemlich parallelen Längsspalten durchschnitten ist; auch im unteren Theil des Rhone-Gletschers herrschen Längsspalten über die Querspalten vor, wobei seine Eismassen in einer fächerförmigen Anordnung erscheinen. Liegen Gletscher in steil abfallenden Thälern mit abgestuftem Boden, so sind sie nach allen Richtungen wild zerrissen, überdeckt von Nadeln und Eiszacken und gleichen im Sturz erstarrten Wassermassen. So erscheint der mächtige Paluto-Gletscher über dem Dorfe Cavaglia am Bernina.

Die Schründe sind mancherlei Veränderungen unterworfen, verengern, erweitern und schliessen sich unter dem Wechsel der Umstände. Wenn der thalaufwärts liegende Theil des Gletschers sich schneller bewegt, als der ihm vorliegende auf einem weniger geneigten Boden, so üben die hinterliegenden Massen einen starken Druck gegen die vorliegenden aus, durch dessen nächste Wirkung die Schründe geschlossen werden. Diese Wirkung erstreckt sich jedoch nur auf eine mässige Entfernung und vermehrt in dieser auch die Geschwindigkeit des vorliegen-

den Theils. Die Reibung auf dem Boden hebt aber diese Wirkung bald wieder auf. Bei dem Widerstand, welchen der vorliegende Gletschertheil dem von hinten und oben wirkenden Druck entgegensetzt, wird die ganze Gletschermasse aufgestaut, und die Mächtigkeit derselben grösser, bis der Druck von hinten mit dem vorliegenden Widerstand sich ins Gleichgewicht setzt. Das Einsinken und Einknicken der Gletscherschichten deutet ein Zusammendrängen und Aufstauen der Eismasse an, welche vorzüglich an solchen Stellen gefunden wird, wo das Bett des Gletschers von einer starken Neigung plötzlich in eine weit geringere übergeht.

Eine ganz auffallende Veränderung erleiden Gletschertheile, Schründe u. s. w. durch eine bisweilen *ruckweise* Bewegung. Der Pfarrer Friedrich Lehmann zu Grindelwald gibt (Wyss, Reise ins Berner Oberland) von einem durch ruckweise Bewegung des *unteren Grindelwald-Gletschers* hervorgerufenen Ereigniss folgende Beschreibung: „Das Ziel unserer Tagereise, die Hütten am *Zesenberge*, ruhten schon sichtbar vor unseren Augen, und eine Viertelstunde davon lagerten wir uns, um eine Pfeife anzuzünden, ganz sorgenlos auf dem Eis. Kaum aber sass ich, so hatte das wundersame Ereigniss des Gletscherwachsens statt. Ein unvergleichbar schreckliches Getöse, ein betäubender Donner liess sich hören. Um uns her fing Alles an sich zu regen. Flinten, Bergbickel, Waidsäcke, die wir auf den Boden gelegt, schienen lebendig zu werden. Felsenstücke, ruhig zuvor auf dem Gletscher haftend, rollten behend über einander. Schründe verschlossen sich mit einem Knalle, dem Schuss einer Kanone gleich und spritzten das Wasser, das gewöhnlich in ihnen sich befindet, bis zu Hauseshöhe, wobei wir tüchtig beregnet wurden. Neue, 10—12 Schuh breite Spalten öffneten sich mit einem ganz unbeschreiblich widerwärtigen Getöse. Die gesammte Gletschermasse rückte vielleicht um einige Schritte vorwärts. Eine schreckliche Umwälzung schien sich zu bereiten; aber in wenigen Secunden war Alles wieder still und nur das Pfeifen einiger Murmelthiere unterbrach das bängliche Todesschweigen.“ Dieses *ruckweise* Vorrücken der Gletscher, was schon mehrmals beobachtet worden ist, tritt jedenfalls nur als seltene Ausnahme auf; die stetige langsame Bewegung ist die Regel.

Wenn sich eine Trümmermasse von Eis (ein Eisschutt) auf

einer geneigten Grundfläche befindet, so erleidet sie eine beständige Veränderung durch die fortdauernde Abschmelzung, die an der Auflagerungsfläche vor sich geht. Es löst sich dadurch an allen Stellen, wo die Eismasse auf dem Boden aufsitzt, der Zusammenhang der Theile, und es muss folglich ein Zeitpunkt eintreten, wo der Druck von oben den Reibungswiderstand an der Grundfläche überwindet, wobei sodann die Masse weiter gleitet. So wie aber dieses Gleiten eintritt, vermehren sich durch Nachgiebigkeit und Verschiebbarkeit der ganzen Masse die Berührungspunkte, der Gletscher legt sich wieder an mehreren Punkten auf den Boden an, greift wieder vollständiger in die Vertiefungen der Unterlage ein, das Anhaften an dieselbe nimmt zu, bis es durch die immer fortschreitende Abschmelzung wieder geschwächt wird. Es erlangt also der Gletscher bei seinem Vorrücken niemals ein starkes Bewegungsmoment; der Bewegung, welche durch das fortwährende Abschmelzen an der Grundfläche eingeleitet wird, tritt ebenso allmählig die mit der Bewegung selbst wieder zunehmende Reibung hemmend entgegen und auch diese Reibung wird durch das Abschmelzen wieder ebenso allmählig vermindert. Der Gletscher muss folglich mit gleichmässiger langsamer Bewegung vorrücken, so lange bei gleich bleibendem Druck von oben das Abschmelzen an der Bodenfläche in gleichem Maase vor sich geht *).

Das Vorrücken der Gletscher, ihre stetige Bewegung thalabwärts durch ihr eigenes Gewicht kann nur erfolgen, wenn sie an der unteren Fläche, mit der sie auf dem Boden aufliegen, allmählig *abschmelzen.* Dass aber die Gletscher an ihrer Auflagerungsfläche einem stetigen *Abschmelzen* unterworfen sind, beweisen unmittelbare Erfahrungen, die man täglich und stündlich an allen Stellen machen kann, wo es möglich ist, *unter* Gletscher zu gelangen. Unter den meisten Gletschern sieht man *Höhlungen* hinziehen, von deren Wandungen beständig Wasser herabtropft, und in denen durch das ununterbrochene Abschmelzen eine ausserordentliche Feuchtigkeit herrscht. Es ziehen sich diese Eisgewölbe weit und in mannigfaltigen Ver-

*) Merian, über die Theorie der Gletscher, Poggend. Ann. 1843. Bd. 60, S. 536.

zweigungen unter dem Gletscher hin und zeigen augenfällig, dass das Gletschereis nicht an den Boden angefroren ist.

Der Ursachen, welche das Abschmelzen des Gletschers an der Unterfläche bewirken, sind mehrere: das von aussen durch Spalten und Schründe in den Gletscher eindringende *erwärmte Wasser*, die auf denselben Wegen eindringende *warme Luft*, die *Erdwärme* und endlich die *Quellen*, die unter dem Gletscher aus den Felsen hervortreten.

Eine der wirksamsten Ursachen ist das erwärmte Wasser, das durch den Gletscher hinab bis auf den Boden gelangt. Während der Sommertage wirken *Sonnenwärme* und *Regen* abschmelzend auf die Oberfläche des Firns und der Gletscher. Es bilden sich kleine Bächlein, welche nach allen Seiten hin über den Gletscher rieseln, sich theils in seiner Masse einzeln verlieren, theils sich zu grösseren Bächen vereinigen, bis zu 2 Fuss Breite und 10 Zoll Tiefe, und sich mit lautem Getöse durch entgegenstehende Schründe hinabstürzen bis auf seine Unterlage. Die Temperatur dieser Gletscherbächlein ist nach Agassiz (Untersuchungen über die Gletscher, S. 191 ff.) immer sehr genau auf 0°, so lange sie in reinem Eis fliessen, welches auch die Wärme der Luft sein mag. Sobald sie aber auf der Oberfläche des Gletschers zwischen Sand und Schutt rieseln, steigt ihre Temperatur höher und bis zu + 0°,7. Dasselbe zeigt das Wasser, das in Eislöchern auf der Gletscheroberfläche steht; sie mögen klein und flach oder weit und tief sein. Ist aber der Boden der Wasserlöcher mit Schlamm, Sand oder Kies bedeckt, so steigt die Temperatur des Wassers an warmen Tagen höher und selbst bis zu + 1°,5. Wo von höher liegenden Eismassen oder Schneefeldern über nackte Felswände herab Wasser dem Gletscher zuströmt und sich unter seine Masse versenkt, da wird es, weil noch wärmer, eine noch stärkere abschmelzende Wirkung ausüben. Es ist klar, dass das aus dem Schmelzen des oberflächlichen Schnees und Eises entstandene Wasser, wenn es auf Spalten und Schründen durch den Gletscher hindurchgeht und bis auf seine Unterlage gelangt, sehr viel zum Abschmelzen des Eises im Innern und am Boden desselben beiträgt.

Die *warme* äussere *Luft* gelangt dadurch in den Getscher und bis auf seine Unterlage, dass zur Sommerzeit die in den Zwischenräumen des Gletschers stehende, auf 0° erkältete Luft

in den Spalten niedersinkt, bis auf den Boden gelangt und in der Tiefe durch Oeffnungen austritt, während die warme Luft der Athmosphähre durch die an der Oberfläche des Gletschers vorhandenen Oeffnungen einströmt. Genau so, wie es in den Bergwerken der Fall ist, findet in den Canälen und hohlen Räumen des Gletschers ein Luftwechsel statt, welcher zur Abschmelzung des Eises beiträgt. Daher der beständige kalte Luftzug aus den Eisgewölben am Fuss der Gletscher während der Sommermonate, welcher um so stärker ist, je höher die Lufttemperatur, daher Nachmittags am stärksten, Nachts schwächer und gegen Morgen kaum wahrnehmbar. Zur Sommerzeit ist die Masse der in einen Gletscher einströmenden warmen Luft sehr bedeutend, und da sie sich auf dem langen Wege durch seine Spalten, Schründe und Gewölbe wohl nahezu bis auf 0° abkühlen wird: so sieht man ein, dass sie einen bedeutenden Antheil an dem Abschmelzen der Gletscher an ihrer Unterfläche nimmt.

Im Winter sind zwar die meisten Gletscheröffnungen durch Schnee geschlossen; es bleiben aber immer noch Canäle für den Eintritt der äusseren Luft offen. Die Luftströmung im Gletscher ist aber im Winter gerade in umgekehrter Richtung, sie geht unter dem Gletscher hinein und tritt auf seiner Oberfläche aus, so lange die äussere Temperatur niedriger ist, als diejenige der Gletschermasse. Diese Winterströmung kann aber niemals so bedeutend sein als die Sommerströmung, da die unten einströmende kalte Luft sich höchstens bis auf 0° erwärmen kann und daher zwischen der Dichtigkeit der äusseren und der im Gletscher stehenden Luft nur ein geringer Unterschied stattfindet.

Die sogenannten *Gletscher-Gebläse*, starke Luftströme von durchdringender Kälte, welche aus Spalten herausbrechen, Eiskörnchen mit sich führen, vorliegenden Schnee in wildem Gestöber weit und breit fortblasen, können wohl nur dann entstehen, wenn plötzlich die äussere Temperatur tief herabsinkt, unter Null, wobei die Luftströmung den Winterweg nimmt und von den Eisgewölben aufwärts und durch die Spalten der Oberfläche hinausbläst. Die im Winter in den Gletscher einströmende kalte Luft kann nicht viel zu seiner Erkältung beitragen, da die Strömung schwach ist und die Canäle durch das Gefrieren des Wassers sich immer mehr verstopfen.

Die *Erdwärme*, die nach dem Inneren zunimmt, strömt an allen Punkten der Erdoberfläche aus, und trägt daher zum Abschmelzen des Eises an der Unterfläche der Gletscher an allen Orten ununterbrochen bei, wo die mittlere Bodentemperatur über Null ist. Wo dagegen die Bodentemperatur Null ist, kann der Gletscher nur an seiner Oberfläche während der Sommerzeit abschmelzen und es wird im Winter kein Wasser oder nur sehr wenig aus ihm abfliessen, da die Bodentemperatur seine Unterfläche nicht zum Abschmelzen bringt und nur andere Zuflüsse in dieser Zeit noch Wasser geben können. In den Alpen ist in einer Höhe von 6165 Fuss die mittlere Bodentemperatur 0°, und somit können Gletscher, welche in dieser Höhe liegen, an ihrer unteren Fläche nicht mehr abschmelzen. Es liegen indessen nur wenige Gletscher in solcher oder in noch grösserer Höhe, wie z. B. der Oberaargletscher, 7980 Fuss über dem Meere. Die meisten liegen mit ihrem unteren Ende unter 6165 Fuss und also in einer Region, wo die mittlere Bodentemperatur über 0° ist. Es liefert aber die Abschmelzung, welche in Folge der Wärmeausströmung des Erdkörpers an der Unterfläche der Gletscher erfolgt, nur einen verhältnissmässig sehr kleinen Beitrag zu der Wassermasse der Bäche, die aus den Gletschern abfliessen. Elie de Beaumont (Jahrbuch für Mineralogie 1842, S. 855) hat berechnet, dass die Wärmeausströmung der Erde für den Boden der Pariser Sternwarte jährlich eine 6½ Millimeter dicke Eisschicht zu schmelzen vermag. Es kann diese Grösse allerdings mit Veränderung der Zunahme der Wärme gegen das Erdinnere oder mit Verschiedenheit der Wärmeleitungsfähigkeit des Erdbodens wechseln und an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche verschieden sein; doch kann diess nicht viel betragen und man wird daher auch nicht viel fehlen, wenn man annimmt, dass die ausströmende Erdwärme an jedem Punkt auf der Erdoberfläche dieselbe sei, jährlich 6½ Millimeter Eis schmelze. Diese Wärmeausströmung wird somit ebenso unter den Gletschern angenommen werden können. Sie trifft hier eine beständige Temperatur von 0° an und wird also vollständig zur Schmelzung des aufliegenden Eises verwendet, demnach jährlich 6½ Millimeter Eis an der Unterfläche eines Gletschers schmelzen, oder monatlich ½ Millimeter, und in dieser Zeit nur so viel Wasser liefern, als ein ganz unbedeutender Regenschauer.

Wenn aber Wasser von Gletschern und Schneefeldern an höheren Punkten durch Spalten und Klüfte des *Gesteins* niedergehen, sich dabei erwärmen, bis in die Tiefe der Unterlage des Gletschers gelangen und unter ihm wieder hervortreten, so erfolgt das Abschmelzen der Unterfläche durch mittelbaren Einfluss der Erdwärme in stärkerem Verhältniss. Dieser Fall tritt insbesondere in solchen Hochgebirgsgegenden ein, deren Gebirgsmassen aus zerklüftetem Kalkstein bestehen, wie etwa im Berner Oberland, wo man so häufig an höheren Punkten Bäche in Spalten versinken und an tieferen Stellen wieder hervorkommen sieht und auch annehmen kann, dass manche derselben unter Gletschern wieder zum Vorschein kommen. In einem noch stärkeren Maase wird das Abschmelzen an der Unterfläche der Gletscher durch *Quellen* bewirkt, die unter dem Gletscher aus der Tiefe der Felsen aufsteigen und die dort erhaltene wärmere Temperatur mit sich führen. Diese Ursache der Abschmelzung ist wohl bei fast allen Gletschern anzunehmen, die in einer Höhe liegen, in welcher die Bodentemperatur die Quellenbildung zulässt, da sie in Thälern und an Abhängen liegen, die kaum irgendwo in den Alpen ohne Quellen sind.

Die Wasser, welche sich auf die bezeichnete Weise an der Oberfläche der Gletscher, im Inneren ihrer Masse und an der Unterfläche sammeln, gehen alle auf die Thalsohle nieder und bilden Bäche, die bei allen Gletschern, deren Boden eine Mitteltemperatur über 0° hat, durch eine grosse Ausflussöffnung am Fusse aus denselben abfliessen. Diese Oeffnungen heisst man *Gletscherthore.* Es sind offene *Eisgewölbe* von wunderbarer Schönheit, deren glatte, befeuchtete Wände im prachtvollsten Blau und Grün strahlen. Der herrliche Anblick eines grossen Gletscherthores zieht unwiderstehlich zum Vordringen in sein Inneres an. Oft aber ist es gefährlich, durch diese azurnen oder meergrünen Eingänge unter den Gletscher vorzudringen, da lose verbundene, in die Wölbung hereinhängende Eisblöcke durch die geringste Erschütterung sich losreissen und einstürzen, und auch oft Spalten einen baldigen Einsturz drohen. Manchmal hindert auch der Bach den Eingang, indem er sich öfters in ansehnlicher Stärke dem Thore entstürzt. Eines der schönsten und grössten Gletscherthore im Gebiet der Alpengletscher ist das Gewölbe des *Glacier des Bois*, das zu Saussure's Zeiten 100 Fuss hoch und 50 bis 80 Fuss breit, gegenwärtig

aber kleiner, indessen immer noch bedeutend genug ist, um Bewunderung zu erregen. Ihm entströmt der *Avégron* als ein mächtiger Bach. Die grossen Gletscher mit geringer Bodenneigung haben die geräumigsten Thore und die constantesten. Werden sie auch zuweilen durch Einstürze verschüttet, so stellen sie sich doch bald wieder an demselben Orte her. Stark abfallende Gletscher haben seltener Thore, und wenn sie sich bei ihnen finden, so sind sie kleiner, unregelmässiger und wandelbarer, je nach der Verschiedenartigkeit der Thalsohle, worauf sie ruhen und welche der Lauf aller Gewässer sucht. Wechselt diese unter dem Gletscher bald auf die eine, bald auf die andere Seite, so wechselt auch das Thor darnach seine Stelle. Bisweilen hat ein Gletscher zwei Thore, die dann kleiner, unvollkommener sind, wie z. B. die Thore des Unteraargletschers. Ihre Bildung und Ausweitung wird durch die Gletscherbäche bewirkt, durch warme Luftströme und Quellen, welch letztere auch im Winter das Thor offen erhalten. Siehe Taf. VIII. Fig. 2.

Von den Gletscherthoren ziehen sich häufig Gewölbe weit unter die Gletscher hinein und verzweigen sich auf mannigfache Weise. Hugi ist in die Gewölbe unter dem *Urazgletscher,* am Fusse des Titlis, vorgedrungen und darin während $1^{3}/_{4}$ Stunden herumgekrochen (Alpenreise S. 261). Die ganze Gletschermasse ruhte hier auf einer unzähligen Menge kleinerer und grösserer Pfeiler, in unregelmässiger Vertheilung. Ganz gleiche Wahrnehmungen machte er am *Oberaar-, Viescher-* und *Gastern-*Gletscher, wo es ihm ebenfalls gelang, weit unter die Eismasse vorzudringen. Diese Höhlungen ziehen sich oft nach dem Laufe des unter dem Gletscher fliessenden Baches fort und sind auch bei solchen Gletschern vorhanden, die keine Thore haben. Das beweist das bekannte Abenteuer des früheren Wirths zu Grindelwald, Christian Boren, der auf dem oberen *Grindelwald-Gletscher* in einen Schrund hinabstürzte. Seine Familie machte vergeblich alle Versuche, ihn aufzufinden, ihn todt oder lebendig heraufzuziehen; umsonst! Man hielt ihn für verloren. Da erschien der Todtgeglaubte plötzlich wieder. Er hatte, trotz eines gebrochenen Armes, vermocht, in dem Canal, den der Bach (Weissbach) unter dem Gletscher gebildet hatte, fortzukriechen, aufwärts 396 Schritte weit bis dahin zu kommen, wo der Bach durch eine Oeffnung unter den Gletscher fällt. Durch diese war er wieder an das Tageslicht her-

aufgestiegen. Auch ENNEMOSER konnte im Bette des Baches, der aus dem *Pfelderer-Gletscher* in Tyrol abfliesst, sehr weit aufwärts gelangen und sah noch immer das Eisgewölbe sich weiter fortziehen (BISCHOF, Wärmelehre S. 111). Mit dem höheren Ansteigen des Gletschers nehmen diese Höhlungen wahrscheinlich an Umfang ab. Es stürzen sich aber auch noch an hochgelegenen Punkten starke Bäche in Gletscherschründe und fliessen ungehindert unter der Eismasse ab. Aus der Tiefe der Schründe herauf hört man sehr oft das Rauschen der auf dem Gletscherboden unter dem Eise abfliessenden Wässer.

Die *Temperatur* der *Gletscherbäche* liegt immer etwas über 0°; ihre Wasser geben also während ihres Durchgangs durch das Eis ihren Temperaturüberschuss nicht vollständig ab. BISCHOF fand die Temperatur des Gletscherbachs des *unteren Grindelwald-Gletschers* an seinem Ausfluss auf + 0°,4 R., am *oberen Grindelwald-Gletscher* auf 0°,6 und am Lämmern-Gletscher auf der Gemmi auf + 0°,2, ungeachtet das Wasser bei den beiden letzteren unmittelbar unter dem Eise hervorkam, da sie keine Thore an ihrem Ende hatten (Wärmelehre S. 109). Daraus ersieht man, dass ein etwas starker Wasserstrahl, wenn er mit Eis in Berührung steht, den Ueberschuss von Wärme nur ganz allmählig an dasselbe abgibt, so dass er noch in beträchtlichen Entfernungen von der Stelle seines Eintritts in die Eismasse an ihrer Grundfläche abschmelzend wirken kann. Bei sechs Tyroler Gletschern beobachtete ENNEMOSER (BISCHOF, Wärmelehre S. 110) die Temperatur der abfliessenden Bäche noch höher und auf + 1° R., am *Pfelderer-Gletscher* sogar auf + 1°,7. AGASSIZ fand die Temperatur der *Visp* beim Ausfluss aus dem *Zermatt-Gletscher* des Morgens immer nahe zu 0°, während des Tages erhob sie sich aber bis auf + 1°,2 R. Eine ganz ähnliche Wahrnehmung machte er am Bache des *Zmutt-Gletschers*. Diese höhere Temperatur der Gletscherbäche kann wohl von der Einwirkung warmer einziehender Luftströme, von dem Einfluss wärmerer Quellen und Bäche herkommen, welche von den Seiten zufliessen, auch kann die südliche Lage eines Gletschers dazu beitragen. So erklärt sich die höhere Temperatur der Bäche während des Tages. Die *Aar* zeigte AGASSIZ beim Austritt aus dem Unteraargletscher während des Tages gewöhnlich + 0°, 8 R. (Untersuchungen über die Gletscher S. 199). Da die

Wasser, welche durch Schründe und Spalten des Eises niedergehen, nur mit einem geringen Temperaturüberschuss über 0° an den Boden des Gletschers gelangen können, so vermögen sie nicht eine beträchtliche Eismasse der Unterfläche abzuschmelzen. Wirkt aber gleichzeitig damit der Eintritt warmer Luft in lebhaftem Wechsel, so kann das Abschmelzen an der Unterfläche demjenigen an der Oberfläche gleichkommen, ja dasselbe sogar übertreffen und sehr bedeutend werden. Einen solchen Fall beobachtete Forbes, der 1842 vom 26. Juni bis 10. September nahe beim Rande des sogenannten *Eismeers* im Chamouni-Thal (ein Theil des Bois-Gletschers) ein Einsinken der Oberfläche des Gletschers von 25 Fuss 1½ Zoll engl. wahrnahm. In der Mitte des Gletschers war das Einsinken noch beträchtlicher. Forbes überzeugte sich, dass es zum grössten Theil vom starken Abschmelzen des Eises an der Unterfläche herrühre, dass aber auch die warme Luft und das Regenwasser, die von allen Seiten in den zerklüfteten Gletscher eindrangen, kräftig mitwirkten (Bibl. univ. de Genève XLII).

Die Gletscherbäche sind trübe und bald hell, bald dunkel gefärbt. Dies erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, dass die Gletscher durch ihren Druck auf den Boden und das Darübergleiten zerreibend und zermalmend auf die Unterlage einwirken. Es befindet sich daher zwischen dem Eis und dem Boden stets eine Lage Sand, Schlamm, es liegen Steintrümmer und selbst grössere Felsblöcke dazwischen. Durch die ungeheure Druckkraft der gewaltigen Eismassen wird alles Zwischenliegende zerrieben, beim Vorrücken des Gletschers die Unterlage abgerieben und ausgefurcht, namentlich wenn die unter dem Eise liegenden Steine härter sind, als der Felsboden, über welchen die Bewegung hingeht. Die Bäche schlämmen die feineren Theile der zerriebenen Gesteine auf und führen sie mit. Liegt der Gletscher auf Granit, Syenit, Gneis, so ist das aus ihm abfliessende Wasser durch Quarz- und Feldspathsand weiss gefärbt; ruht er dagegen auf grau oder schwarz gefärbtem Kalkstein, Schiefer, Serpentin, so ist die Farbe des Baches dunkel. So heisst zu Grindelwald im Berner Oberlande der vom *oberen*, über Kalk und Schiefer sich bewegenden Gletscher kommende Bach die *schwarze* Lütschine, während der Bach des unteren Gletschers, der sich über Granit bewegt, die *weisse* Lütschine genannt wird. Auf der Höhe

des Bernina-Passes liegen am Saumwege gegen Cavaglia zwei *Lagi bianchi*, kleine, das Wasser der auf Granit und Gneis liegenden Bernina-Gletscher aufnehmende Seen. Gegen ihr *weisses* trübes Wasser sticht das durchsichtige, in dunkeln Felsenbecken angesammelte Quellwasser der nahe liegenden *Lagi neri* gewaltig ab. Die Bäche der beiden *Trofoi-Gletscher*, die am Abfall des *Orteles* gegen das Trofoi-Thal liegen und sich über grauen thonigen Kalk bewegen, sind lehmig und geben einen eigenthümlichen thonigen und bituminösen Geruch aus.

Die Gletscherbäche führen aber nicht nur aufgeschlämmte Theile zerriebener Gesteine mit sich, sie vermögen auch Kalktheile aufzulösen. Davon geben Zeugniss die bedeutenden Kalksinterlagen in den Umgebungen von Grindelwald und auf dem Wege von da nach dem Faulhorn.

Die grössten Flüsse, welche den Alpen entströmen, verdanken ihren Ursprung den Gletschern und treten zuerst als Gletscherbäche auf; so der Rhein, der Inn, die Etsch, die Rhone, die Aar u. s. w. Man hat berechnet, dass der Rhein jährlich 1 Billion und 46000 Millionen Cubikfuss Wasser aus der Schweiz abführt (Escher in Gilb. Ann. LXX.). Angenommen, dass nur die Hälfte dieser Wassermenge von den Gletschern abstamme, dass von den gesammten Gletschern, die vom Mont-Blanc bis Tyrol einen Flächenraum von beinahe 50 deutschen Quadratmeilen einnehmen (Ebel, Anleitung, die Schweiz zu bereisen, Bd. III. S. 121), nur 20 Quadratmeilen zum Stromgebiet des Rheins gehören, so würde, wenn man das specifische Gewicht des Wassers gleich dem des Gletschereises setzt, von diesen Gletschern im Durchschnitt jährlich eine Eismasse von 50 Fuss Höhe abschmelzen. Da nach der Analyse von Pagenstecher das Rheinwasser in 10.000 Theilen 1.69401 feste Theile aufgelöst enthält, so kann man, mit Zugrundlegung der Wassermasse dieses Flusses, und wenn für das specifische Gewicht der festen Bestandtheile das des kohlensauren Kalks gesetzt wird, annehmen, dass ein Cubus von 866 Fuss jährlich dem Felsgebäude der Schweiz blos in wässeriger Auflösung durch die Rheinwasser entzogen wird.

Eine sehr interessante, mit dem Abschmelzen der Gletscher in Verbindung stehende Erscheinung sind die *Gletscherseen*, eigentliche *Randseen*, die an der Seite der Gletscher sich in

Vertiefungen bilden, welche vom Eis abgesperrt sind. Sie beweisen augenscheinlich, dass die Höhlungen unter den Gletschern sich sehr weit fortziehen und bis in höhere Theile hinauf, da sie gewöhnlich hoch an den Gletschern liegen, sich von Zeit zu Zeit entleeren, wobei ihr Wasser unter dem ganzen Gletscher wegfliesst und den Bach beträchtlich anschwellt. Oefters hängt ein Gletscher an seinem Rande und an seiner Unterfläche so fest mit dem Felsboden zusammen, dass er dem Wasser, das am Seitenabfall herabrieselt, den Abfluss versperrt. Wenn dabei der Gletscher die Einbuchtungen seines Thales nicht vollkommen ausfüllt, so bilden sich unter diesen Verhältnissen Wasseransammlungen, die mitunter eine beträchtliche Grösse erlangen, beständig sind und sich unter den Gletscher entleeren. Im Spätjahr werden ihre Abflüsse durch die Wirkung der eindringenden kalten Luft und durch das Gefrieren gesperrt. Das Wasser sammelt sich jetzt an und erfüllt endlich das ganze Becken. Diese hochgelegenen Randseen gefrieren im Winter aber nur an der Oberfläche; in der Tiefe bleibt das Wasser flüssig. So bleiben sie bis zum Sommer, wo dann durch Einwirkung der warmen Luft, des Schmelzwassers und wohl auch durch die stärkere Bewegung der Gletscher zu dieser Zeit, die Ausflüsse wieder geöffnet werden, der ganze See unter dem Gletscher hindurch abfliesst und sich oft in wenigen Stunden entleert. Einen solchen Randsee, *Gouille à Vassu* genannt, hat Saussure beschrieben; er liegt an einem Gletscher im Entremont-Thale (Zweig des Bagne-Thales) in Wallis (Voyages §. 1013), nach seiner Bestimmung 7700 Fuss über dem Meere und gefriert im Winter dennoch nur an der Oberfläche. Auch am Grindelwald-Gletscher, am Aargletscher u. a. bilden sich bisweilen solche Randseen. Der bedeutendste der bekannten Gletscherseen ist aber der *Möriler-(Morjelen-)See* am *Aletsch-Gletscher*, unfern des gleichnamigen kleinen Walliser Dörfchens. Er liegt gerade am Drehungswinkel des Gletschers, wo dieser fast in rechten Winkeln eine schnelle Wendung nach Westen macht. Seine Länge beträgt eine Viertelstunde, seine Breite einige Tausend Fuss. Die Eiswände steigen senkrecht aus dem Wasser auf und sind zum Theil überhängend, sie ruhen aber nicht unmittelbar auf dem Wasser. Von den Felsenufern her wölbt sich das Eis über den Wasserspiegel hin. Eispyramiden mit smaragdenen Seiten schwimmen umher und von Zeit zu

Zeit stürzt mit Krachen ein abgelöster Eisblock in den See; andere stranden am Ufer, zerfallen und lösen sich auf. Ein schönes Bild im Kleinen von den schwimmenden Eisbergen des Nordens *). In früherer Zeit hatte der Mörilersee keinen anderen Ausfluss, als den er sich unter dem Gletscher durchbahnte; er schwoll so lange an, bis er sich unter dem Eise durch einen Canal geöffnet hatte. Dann entleerte er sich plötzlich und ergoss bedeutende Wassermassen, die oft grosse Ueberschwemmungen im Natersthal und weiter unten im Wallis verursachten. Die Regierung hat in der neuesten Zeit zur Verhütung dieses Uebelstandes einen Stollen vom Vieschthal her durch den Berg bis zum See führen lassen, der seine Gewässer nach diesem Thale hinabführt, so wie sie ein gewisses Niveau erreichen. Trotzdem durchbricht der See alljährlich im Sommer, meist im Juli oder August, das Eis und läuft unter dem Gletscher ab; die kleinere Wassermasse richtet indessen keinen Schaden an.

Bisweilen bilden sich Gletscherseen auch dadurch, dass zwei grosse Gletscher mit zugekehrten Rändern in einem Thale unter einem sehr stumpfen Winkel zusammenstossen. Da, wo der Vereinigungswinkel ist, sammeln sich die Wasser zu einem kleinen See an, dessen Masse sich so lange vergrössert, bis seine Wasser über den Gletscher abfliessen können. Manchmal wird auch das Wasser eines solchen Beckens beim Vorrücken der Gletscher, besonders wenn der dem andern in die Flanke fallende der mächtigere ist, ganz auf die zusammentreffende Eismasse geschoben. Saussure beschreibt einen solchen See (Voyages dans les Alpes, t. II. p. 385), der am Fusse des Mont-Noir, im Valsoreythal, zwischen den Gletschern von Tzendey und Valpeline liegt, meist Anfangs Juli sich entleert und zuweilen grosse Verwüstungen anrichtet. Der kleine am Fusse der *Gorner*-Horns (Monte-Rosa) liegende See wird von dem grossen seitlich herankommenden *Gorner*-Gletscher auf das Eis geschoben, rückt mit demselben fort und entleert sich meistens unter dem Gletscher durch in den Sommermonaten.

Von den Kämmen, Hörnern, Zacken und Gehängen des

*) Martins, Bulletin de la soc. geolog. de France t. XI.

Hochgebirges lösen sich durch Verwitterung der Felsen fortwährend Stücke los, die in den grössten Höhen auf die Felder des *Hochschnees* und *Firns*, in der tieferen Region auf das *Eis* der Gletscher herabfallen. Bei der grossen Ausdehnung der Schnee- und Firnfelder können die Trümmer von den umgebenden Halden und Thalwänden sich nicht weit über ihre Flächen ausbreiten, sondern nur auf ihren *Rand* fallen. Es ist somit die Fläche, die mit Schutt bedeckt wird, im Vergleich zu derjenigen, die davon frei bleibt, von sehr kleiner Ausdehnung. Der Staub und Sand aber, den die Winde fortblasen, verbreitet sich über die ganze Oberfläche. Alle Steine und Blöcke, welche in der Region des Hochschnees und Firns auf diese herabfallen, *sinken* in ihre Masse *ein*, da der Zusammenhang ihrer Theile zu gering ist, um ihr Gewicht zu tragen; die Trümmer aber, welche unterhalb der Firnlinie auf das festere Eis herabfallen, bleiben *auf* seiner Oberfläche. Schon daraus erklärt sich die Erscheinung, dass Gletscher gegen die Firnlinie hinauf immer weniger Schutt und Steine tragen und dass diese in den höheren Regionen endlich ganz verschwinden. Von jedem Standpunkt aus, der einen Ueberblick eines Gletschers in seiner ganzen Länge gewährt, überzeugt man sich von diesem Verhalten. Diese Anhäufungen von Schutt und Blöcken ziehen sich auf den Gletschern theils längs des Randes, theils mehr in der Mitte wallartig hin und bis zu ihrem Ende herab. Sie werden durch die Bewegung der Eismassen fortgeschoben und in Linien geordnet. Am Gletscherende angekommen, fallen sie über den Abhang herunter und bilden am Fusse der Eismasse einen Wall. Alle diese Anhäufungen von Schutt und Blöcken nennen die Aelpler der französischen Schweiz „*Morainen*". Je nach ihrer Lage an den Seiten, in der Mitte des Gletschers oder am Fusse seines Endes, unterscheiden sie: *Seitenmorainen (Moraines latérales)*, *Mittelmorainen (Bandès)* und *Endmorainen (Moraines frontales)*. Die deutschen Aelpler nennen die Seitenmorainen *Gandecken* und die Mittelmorainen *Gufferlinien*.

Da Schutt und Blöcke von den Seiten her auf den Rand des Firns und des daraus sich bildenden Gletschers fallen und dort einsinken, so werden sie auch in dieser Lage thalabwärts geschoben. Dabei erleidet aber das am Rande liegende Eis eine besonders starke Abschmelzung, namentlich durch die

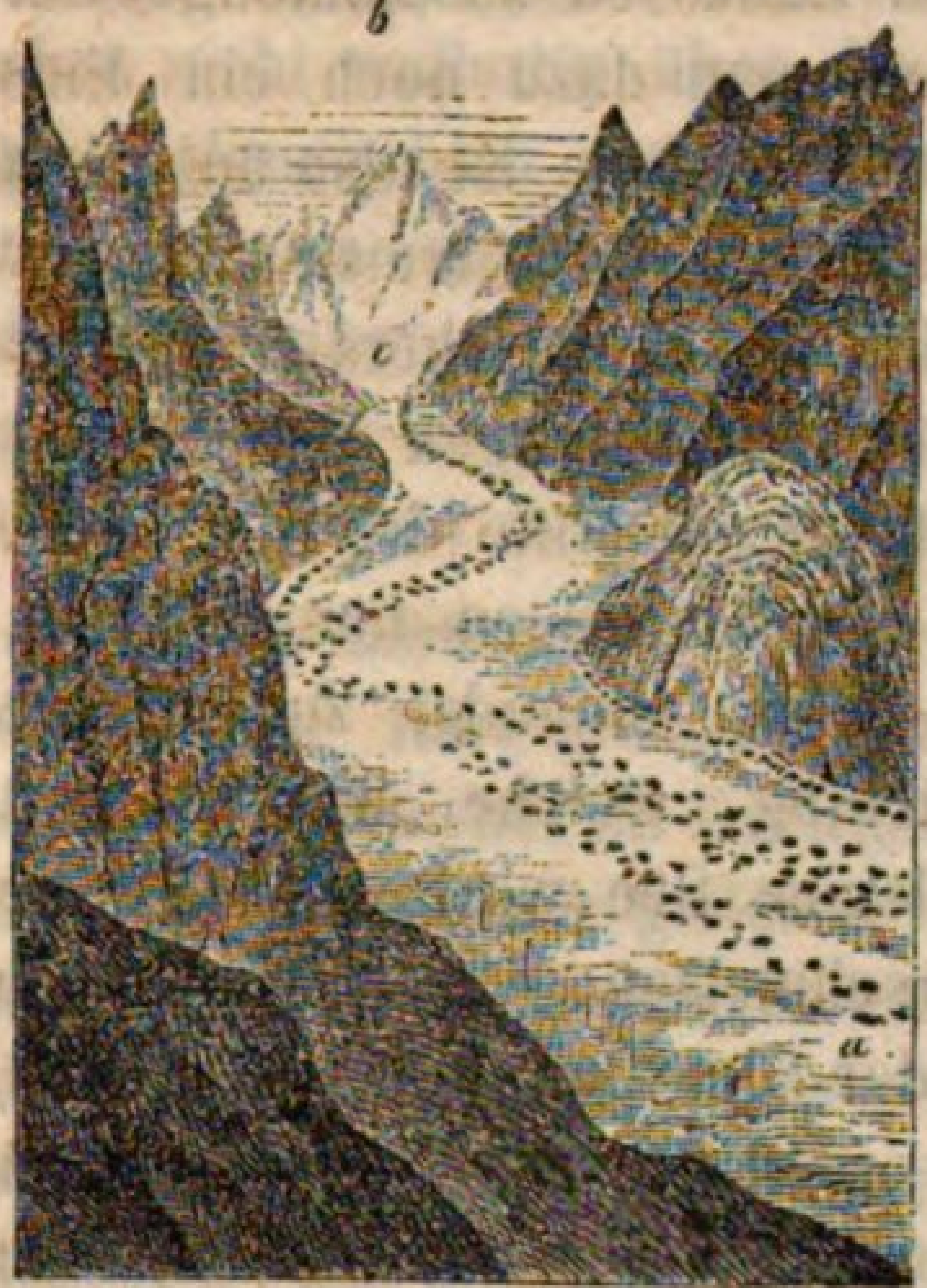
Einwirkung der strahlenden Wärme von den einschliessenden Thalwänden her, wie es der steile Abfall des Eises gegen diese und der unausgefüllte Zwischenraum zwischen denselben und dem Gletscher beweisen. Durch dieses starke Abschmelzen des Randeises werden die eingeschlossenden Trümmer bald entblösst, gelangen an die Oberfläche und bilden die *Gandecke*. *Gufferlinien* (Mittelmorainen) findet man nur auf zusammengesetzten, niemals auf einfachen Gletschern. Sie entstehen stets da aus der Vereinigung zweier einander zugekehrten Gandecken, wo zwei Gletscher in ein gemeinschaftliches Bett zusammenfliessen. Dabei bleiben, wie wir es oben (S. 578) bei Darstellung der Schichtungsverhältnisse gesehen haben, die Ränder der zusammenfliessenden Gletscher in der Höhe, während der mittlere Theil der Schichten sich einbiegt. Die in der Höhe bleibenden zusammenstossenden Ränder der früheren einfachen Gletscher sind bei dieser Stellung vorzugsweise der Einwirkung der Atmosphäre und dem starken Abschmelzen durch die Wärme der Luft ausgesetzt. Auch hier kommen daher die eingeschlossenen Felstrümmer bald an die Oberfläche und treten in die in derMitte des zusammengesetzten Gletschers sich hinziehende *Gufferlinie*. So erklärt sich die von allen Aelplern behauptete Erscheinung, dass der Gletscher keine Unreinigkeiten in seinem Innern dulde und Schutt und Steine *ausstosse*. Alles trägt ja dazu bei, dass diejenigen Theile des Firns, welche in den grössten Höhen den Felswänden anoder naheliegen und somit Schutt- oder Steintrümmer enthalten können, sich in Eis verwandeln, das an den Rändern stark abschmilzt, ehe es in die tiefere Gletscherregion gelangt, wobei alle Einschlüsse an die Oberfläche gelangen. Man darf sich daher nicht darüber wundern, dass im Eis eingeschlossene Steintrümmer an die Oberfläche kommen und so selten im Innern der Gletscher wahrgenommen werden.

Der Sand aber, den die Winde über den Firn verbreiten, bleibt zwischen den Schichten des Gletschereises liegen. Er trägt zu deren deutlicheren Bezeichnung und Unterscheidung bei und gibt ihnen selbst eine schwache Färbuug. Was davon auf der Oberfläche liegt, bleibt beim Abschmelzen des Eises auf den Stellen liegen, wo die Trennungslinien der Schichten hinlaufen. Man bemerkt an den Schichtungsabsonderungen auf jedem Gletscher wie die durch Sand-Einmengung gefärb-

ten Schichten sich in die Tiefe hinunterziehen. AGASSIZ hat das Vorhandensein von Sand inmitten des Gletschers durch Schmelzen von Eis, das aus einem 20 Fuss tiefen Bohrloch heraufgefördert war, direct bewiesen (Comptes rendus XV). Schon KUHN, der längere Zeit zu Grindelwald gewohnt hat, bezeugt (HÖPFNER's Magazin für die Naturkunde Helvet., Bd. I.), dass die Schichten des Gletschereises nicht selten durch Zwischenlagen von Sand, Kies und grösseren Steinen unterschieden sind und neuerlich hat dasselbe auch ARNOLD ESCHER (POGG. Ann. 56) nachgewiesen. Es führen auch die Gletscherbäche, deren Wasser in die Eisspalten eindringt, Sand und erdige Theile bis zu beträchtlicher Tiefe in die Gletschermasse nieder.

Schutt, Steine und grössere Blöcke, die sich auf der Oberfläche des Gletschers befinden, liegen regellos durcheinander und werden auf dem Rücken des Gletschers thalabwärts getragen ohne dass sie aneinander stossen, oder sich gegenseitig abreiben. Sie erhalten sich daher, wie lange auch der Weg sein mag, den sie auf diese Weise zurücklegen, in derselben Beschaffenheit, in welcher sie auf der Oberfläche des Eises angelangt sind; Ecken und Kanten bleiben scharf, die Oberfläche rauh, wie sie der von den Felsen abgelöste Block hat. Von den Gandecken und von der Höhe des Gletscherrandes rollen viele Trümmer herab an die Seiten und vor den Fuss, vermischen sich hier mit dem Schutt und den Steinen, welche der Gletscher auf seinem Wege antrifft und vor sich herschiebt. Diese Trümmer werden durch die Bewegung und den Druck des Eises abgerundet und sehen oftmals wie Flussgerölle aus. In den leeren Räumen zwischen dem Gletscher und den Felswänden bleiben viele Trümmer und grössere Blöcke liegen, zu denen sich auch solche gesellen, die von den Bergwänden hereinfallen.

Die Form der *Gandecken* und *Gufferlinien* ist im Allgemeinen die eines Walls. Aus einiger Entfernung von oben herab gesehen, erscheinen sie als langgezogene Hügel mit gerundetem Rücken, die sich in der Längenrichtung der Gletscher auf ihrer Oberfläche hinziehen, weithin sichtbar, durch ihre dunkle, vom Weiss des Gletschers abstechende Farbe.



Nebenstehende Ansicht des *Viesch-Gletschers* in Oberwallis versinnlicht das Verhältniss der Morainen zum Gletscher. Die Steintrümmer und Blöcke der Morainen haben meist über einen Cubikfuss Körperinhalt und schützen das Eis, auf dem sie ruhen, vor Verdunstung und Schmelzung; ebenso die zwischen und unter ihnen befindlichen zusammenhängenden Lagen von Erde und Sand. Die ganze Schuttdecke *erhebt* sich dadurch über das unbedeckte umgebende Eis, das einer steten Zerstörung durch Abschmelzen und Verdunsten unterworfen ist und so bilden die *Gandecken* langgezogene Wälle, welche den Gletscher von beiden Seiten her einfassen. Die Seitenwände werden allmählig so steil, dass die Blöcke nicht mehr darauf festhalten und seitlich herabrollen, theils an den Rand und in die Spalte zwischen dem Eis und den Felswänden, theils gegen die Mitte des Gletschers. Die dadurch entblössten Eisstellen würden abschmelzen und der Wall sich verflächen, wenn nicht immer wieder neue Trümmer von den Thalwänden herabfielen, die das Eis abermals bedecken und beschützen. Es erhalten sich desshalb die Wälle der Gandecken gewöhnlich in der ganzen Länge des Gletschers bis herab zu seinem Thalende.

Die *Gufferlinien* oder *Mittelmorainen*, die, wie wir gesehen haben, bei zusammengesetzten Gletschern vorhanden sind, entstehen, indem die einander zugewandten *Gandecken* beim Zusammenstossen zweier Gletscher in demselben Thalbette sich vereinigen. Sie bilden alsdann einen Steinwall, der auf der Mitte des Gletschers fortgeschoben wird. Jede Vereinigung einer Eismasse, die aus einem Seitenthal mit dem Gletscher zusammenstosst, welcher das Hauptthal ausfüllt, bewirkt eine neue Gufferlinie; es sind daher auf vielen Gletschern zwei und mehr Gufferlinien. Nach ihrer Anzahl kann man die Zahl der einzelnen vereinigten Gletscher nach der Regel bestimmen, dass

ein Gletscher aus so viel einzelnen Zuflüssen zusammengesetzt ist, als er Gufferlinien zeigt, wenn man dazu noch ein Eins hinzuzählt. Ein Gletscher mit *einer* Gufferlinie ist also aus *zwei* Armen, einer mit *zwei* Gufferlinien aus *drei* Armen u. s. w. zusammengesetzt. Obige Ansicht des Vieschgletschers zeigt sehr schön, wie die Gufferlinie *a* allen Krümmungen des langen Gletscherthales folgt und sich stets in der Mitte des Gletschers erhält. Wo die sich zugekehrten Gandecken zusammentreffen, da entsteht durch ihre Neigung gegen einander zuerst eine langgezogene, rinnenartige Vertiefung, welche sich oft mit Wasser anfüllt und zu einem kleinen See wird. Sobald die Gletscher aber mit einander verschmelzen, verschwindet die Einsenkung, die Guffer stellt sich der Gletscheroberfläche gleich, und fängt jetzt an, durch die grossen Steine, Blöcke, durch zusammenhängende Lagen von Erde und Sand geschützt, sich über die Gletscherfläche zu erheben. In ihrem weiteren Verlaufe gestaltet sie sich vielfältig zu einem hohen, dammartigen Rücken, der sich über die tiefere Eisfläche hinzieht und gegen den unteren Theil des Gletschers häufig so steil und scharf wird, dass die Blöcke darauf nicht mehr festhalten und herabrollen. Dadurch wird die Gufferlinie breiter, aber gegen das Gletscherende hin auch flacher, da die nicht mehr beschützten Eisstellen abschmelzen. Hat ein aus drei einzelnen Armen zusammengesetzter grösserer Gletscher zwei Gufferlinien, so sind sie öfters von ziemlich gleicher Ausdehnung und Zusammensetzung, laufen als scharfe Dämme parallel neben einander fort und schliessen ein langes Eisthal zwischen sich ein, das man wohl Gufferthal nennen könnte. So zeigt es der mächtige, sehr interessante *Murterotsch-Gletscher*, unfern Ponte-Resina am Bernina. Oefters aber sind die Gufferlinien eines mehrfach zusammengesetzten Gletschers von sehr verschiedener Beschaffenheit, sowohl hinsichtlich der Grösse, als der Art der Trümmer. Nicht selten nehmen sie am Gletscherende den grössten Theil der Breite der Eismasse ein, die dadurch dunkelgrau gefärbt ist und wie eine Schutthalde aussieht.

Wenn ein Gletscher mehrere Gufferlinien hat, die sich gegen ihr Ende ausbreiten, so überdecken öfters die Trümmer und Blöcke die ganze Eismasse, namentlich wenn der Gletscher sich gegen sein Ende hin verschmälert. Es entstehen alsdann durch Zusammenfliessen der Guffern die sogenannten *Blockdecken*,

welche mitunter über eine weite Strecke verbreitet sind, sich aber nicht wallartig über die Gletscherfläche erheben, sondern gleichförmig über dieselbe hinliegen. Da die Guffern nur allmählig zusammenfliessen, wobei die Gletschermitte zuletzt von den Trümmern bedeckt wird, so sieht man meistens einen langen weissen Mittelstrich zwischen den dunkeln Trümmerflächen, der sich gegen das Gletscherende zuspitzt.

Solche Blockdecken sieht man nur auf zusammengesetzten Gletschern. Eine ganz ausgezeichnete Blockdecke hat das Ende eines der Gletscher im Gebirgsstock des Monte-Rosa, der *Zmutt-Gletscher* im Thale gleichen Namens. Aus der Ferne schon unterscheidet man durch die Farbe seine beiden Gandecken; die eine ist blau, die andere roth, was die Verschiedenheit ihrer Gesteine anzeigt. Die rechte steile Gandecke besteht grossentheils aus Blöcken von Gabbro, mit einigen Granitblöcken untermischt; die linke Gandecke, mit rothen Blöcken, besteht aus Serpentintrümmern, die durch Oxydation des Eisens an der Oberfläche die fremdartige Färbung erhalten haben. Diese Gandecken sind im unteren Theile des Gletschers sehr breit und bedecken fast zwei Drittel seiner Oberfläche *). Die grösste Blockdecke hat aber wohl der *Unteraargletscher*, welcher von seinem Thalende an eine halbe Stunde weit aufwärts so vollkommen davon überdeckt ist, dass man im Darüberschreiten nicht ahnen würde, auf einem Gletscher zu gehen, wenn man nicht hie und da einen Schrund anträfe und dadurch den Anblick des Eises hätte.

Die Trümmer, welche als Gufferlinien oder Gandecken die Oberfläche der Gletscher bedecken, machen die Bewegung des Eises mit. In Folge dessen zeigt sich bei denselben die ungewohnte und desshalb auffallende Erscheinung, dass sie, obgleich starre Körper, die wir in Ruhe zu sehen gewohnt sind, hier fortwährend ihre gegenseitige Lage verändern. Wo man auf irgend einem Punkte einer Gufferlinie ganz ruhig den Zustand derselben ins Auge fasst, da sieht man, jetzt einen Stein von der Höhe des Walls an seinen Fuss herabgleiten, jetzt einen Sand- oder Erdhaufen über einander fallen, jetzt eine Steinplatte sich gegen eine tieferliegende senken u. s. f., was, mit

*) Agassiz, geolog. Alpenreisen S. 140.

einigem Geräusch verbunden, in der tiefen Stille des Gletscherthales einen besonderen Eindruck macht.

Die *Endmorainen* sind gürtelförmige Wälle von Schutt und Trümmern, welche sich vor dem Thalende der Gletscher bilden. Sie bestehen theils aus dem Schutt und den Trümmern, welche das Eis beim Vorrücken auf dem Felsengrund vor sich her schiebt, und aus dem Trümmerschutt, der zwischen dem Gletscher und dem Boden liegt und zum Theil aus den Blöcken entstanden ist, welche in Spalten gefallen, auf den Boden gelangt und bei der Bewegung des Gletschers durch den gewaltigen Druck der Eismassen gegen den Felsengrund mehr oder weniger zerrieben worden sind; theils bestehen die Wälle aus den Trümmern, welche von der Oberfläche der Gletscher herabfallen und sich an seinem Fusse ansammeln. Sie liegen ordnungslos, wie sie, bei der langsamen Bewegung unter einander gemengt, herabfallen, von der verschiedensten Grösse unter einander, ein Haufwerk der verschiedenartigsten Materialien, mit vielen unausgefüllten Zwischenräumen. Nicht selten sieht man an schönen Sommertagen Schutt und Blöcke von Zeit zu Zeit über die Eiswände herab auf den Wall am Fusse des Gletschers rollen.

In diesen *Endmorainen* liegen grössere und kleinere Blöcke in allen Höhen und Lagen, von Sand und zerriebenem Schutt umschlossen; es liegen abgerundete, den Flussgeröllen ähnliche Steine mit glatter und gefurchter Oberfläche, untermengt mit scharfkantigen, eckigen Bruchstücken. In diesen Verhältnissen liegt das Charakteristische der Endmorainen und das Unterscheidende von Schuttwällen, die durch Wasser abgesetzt oder durch Geschiebeanhäufen und Trümmermassen der Thalwände gebildet worden sind. Die Grösse dieser Morainen ist öfters beträchtlich; sie erreichen bisweilen eine Höhe von 20 bis 30 Fuss und eine ansehnliche Breite. Bestehen die Trümmer indessen aus leicht verwitterbaren Gesteinen, so zerfallen sie nach kurzer Zeit und bilden mit dem Schutt des Gletscherbodens erdige Haufen, welche mitunter zu Pflanzungen verwendet werden, wie z. B. die Endmoraine des *Zermatt-Gletschers* im Thal von St. Nicolaus zum Kartoffelbau. Der Bach, der aus dem Gletscher abfliesst, hat sich häufig durch die Endmoraine den Ausweg gebahnt.



Einzelne Gletscher zeigen sich an ihrem Thalende keilförmig gegen den vorliegenden Schutt ausgeschärft, wie z. B. der *Muccia-Gletscher* am St. Bernhardin und die Eismasse am hinteren Arme des *Moschelhorngletschers*, unfern des Dorfes *Hinterrhein* in Graubündten. Diese Gestaltung der Gletschermasse scheint für die Ansicht zu sprechen, dass nicht, wie in einer flüssigen Masse, die oberen Theile mit grösserer Geschwindigkeit über die durch die Reibung an der Grundfläche in ihrer Bewegung gehemmten unteren Theile sich fortwälzen, sondern dass die gesammte Eismasse des Gletschers sich von unten bis oben mit gleichmässiger Geschwindigkeit vorwärtsschiebt.

Der Felsboden, über welchen sich die Eismasse fortbewegt, die Felswände, an denen sie sich reibt, werden *abgerieben, geschliffen*, wie *polirt*. An den Felswänden werden parallele *Furchen ausgerieben*, genau in der Richtung der Eisbewegung. Da die Gletscher einmal im Vorwärtsschreiten, ein andermal im Rückzug begriffen sind und vor Alters alle grösser gewesen sind und dabei immer die Felsen abgerieben haben; so sieht man vor denselben überall die *Furchen*, die *geglätteten* und *polirten* Flächen der Thalwände, die zugerundeten buckelförmigen Gestalten der Felsen des Thalbodens. Diese Verhältnisse, die *Rundhöcker* eines Thalbodens (siehe obige Figur), überhaupt die auffallenden *abgerundeten* Formen der Felsen, in Thälern des Hochgebirges, berechtigen zu der Annahme, dass sich über dieselben einmal ein Gletscher bewegt hat. Die Bewohner mancher Gletschergegenden nehmen geradezu an, dass überall da, wo sich polirte Felsflächen zeigen, vor Alters ein Gletscher gewesen sei.

Wie sich die Schuttmassen auf der Gletscheroberfläche zu Gufferlinien *erheben*, so *erheben* sich auch vereinzelt auf der

Eisfläche liegende grössere Blöcke über dieselbe. Grosse Steine werden nämlich von der Sonne nicht durch und durch erwärmt, ihre untere Fläche bleibt auf dem Gefrierpunkte und ebenso das Eis darunter. Es wird durch den Block vor dem Abschmelzen und Verdunsten geschützt, während das umliegende unbedeckte Eis in den Sommertagen bei jedem Sonnenschein abschmilzt und ununterbrochen der *Verdunstung* unterliegt. Dabei bleibt unter dem Block ein über die Gletscheroberfläche hervorragender Eisfuss stehen, der ihn trägt. Ist der Stein plattenförmig, so hat diese interessante Erscheinung das Ansehen eines Tisches, und darauf bezieht sich die dafür gebrauchte Benennung „*Gletschertisch*". Welchen grossen Antheil die Verdunstung des Eises an der Bildung der Gletschertische hat, ergibt sich aus den Beobachtungen Schübler's *). Er beobachtete, dass die Grösse der Verdunstung des Eises beträchtlich und unter gewissen Verhältnissen sogar grösser ist, als die des Wassers. Am 9. Januar 1826 fand er bei sehr trockener Kälte und starkem Nordostwind die Eisverdunstung in 24 Stunden doppelt so gross, als die Verdunstung einer gleich grossen Wasserfläche bei gelindem Thauwetter in der Mitte des Februars. Die Verdunstung im ganzen Januar 1826 betrug bei den Schübler'schen Versuchen bei einer Mitteltemperatur von — 6° R. und einem mittleren Barometerstand von 27", 1''', 7, 1,48 Par. Linien. Unter den angegebenen Umständen wird daher in 4 Monaten die Höhe einer unbedeckten Eisschicht sich durch blosse Verdunstung um ½ Zoll vermindern können. In der Höhe aber, in welcher die Gletscher liegen, unter einem weit geringeren Luftdruck (22—20" Barometerstand), in der äusserst trockenen und bewegten



*) Ueber die Verdunstung des Eises, in den naturwissenschaftlichen Abhandlungen einer Gesellschaft in Würtemberg. Tübingen 1826. Bd. I. S. 211 ff.

Luft, muss die Verdunstung noch ungleich stärker sein. Eisstellen, welche von Blöcken oder dichten Schuttmassen bedeckt und dadurch vor der Verdunstung geschützt sind, werden sich daher selbst im Winter allmählig scheinbar über die Oberfläche erheben, während in der That das umliegende Eis sich erniedrigt.

Hat sich der Fuss des Gletschertisches einmal etwas erhoben, so beginnt die Einwirkung der Sonnenwärme auf denselben, insbesondere von Süden her. Es treten Verdunstung und Abschmelzen ein, der Fuss wird dadurch zugerundet, säulenförmig, aber immer dünner und höher, bis er endlich unter der Last des Blockes zusammenbricht und nach der Südseite auf den Gletscher zurückfällt, weil die Sonnenstrahlen von dieser Seite her das Eis am stärksten abschmelzen. Aber der Stein bedingt sogleich wieder die Bildung eines neuen Gletschertisches, der dann wieder zusammenbricht, und so wandert der Block nach und nach in dieser abwechselnden Bewegung herab bis an den Rand des Gletschers und immer etwas nach Süden. Unsere Alpengletscher sind durch solche Tische sehr ausgezeichnet; so der *Murterotschgletscher* am Bernina, der *St. Theodulgletscher* am St. Nicolausthal in Oberwallis, der Unteraargletscher. Die Eisfüsse sind gewöhnlich 2—3, bisweilen 6—8 Fuss hoch, und dann in der Regel so dünn, dass man glaubt, sie umwerfen zu können, ja wohl auch versucht, es zu thun. Von sehr dünnen Füssen kann man allerdings die Blöcke herunterwerfen, wenn die Lufttemperatur beträchtlich über dem Gefrierpunkt steht; sonst sind sie angefroren. Die Lage der Gletschertische zu beiden Seiten der Guffer deutet an, dass die von denselben und von den Gandecken abgerutschten Blöcke, so wie die einzelnen grossen Steine, welche zwischen denselben zerstreut auf die Oberfläche des Eises gelangten, vorzüglich zu ihrer Bildung Veranlassung geben. Man beobachtet sie auch zuweilen auf Schneemassen, die in der Umwandlung in Eis begriffen sind. Merian sah 1844 ganz ansehnliche Gletschertische auf einer zur Thauzeit dieses Jahres durch Lawinensturz in den Thalgrund oberhalb Hinterrhein gelangten Schneemasse *).

*) Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel, VII. 1847. S. 49.

Streut man Sand oder Erde auf das Gletschereis, Schutt oder Grand, so dass es dadurch von der Einwirkung der Atmosphäre abgeschlossen wird, so erhebt sich die bedeckte Eismasse scheinbar allmählig, gerade so, wie das Glatteis, das durch Bestreuen mit Sand vor Abschmelzen und Verdunsten geschützt ist. Auf der Gletscheroberfläche schwemmen die rieselnden Wasser da und dort in Vertiefungen Sand und Schutt zusammen. Fliesst das darin angesammelte Wasser auf irgend eine Weise ab, so bleibt der Sand und Schutt trocken liegen, und schützt nun das unterliegende Eis auf geschilderte Art. Es erhebt sich nach und nach über die Gletscherfläche und dadurch werden die *Sand-* und *Schuttkegel* gebildet, die man auf vielen Gletschern antrifft. Bald sehen sie aus wie Maulwurfshaufen, bald sind sie grösser, einen bis mehrere Fusse hoch mit verhältnissmässiger Breite, oftmals in die Länge gezogen, 6—10 Fuss lang und 2—5 Fuss hoch. Man wird beim ersten Anblick versucht, sie mit dem Fusse oder mit dem Stocke zu durchstossen, findet aber unerwarteten Widerstand und bei näherer Untersuchung, dass es Eiskegel oder Eiskämme sind, die eine Decke von Sand, Erde oder Schutt haben. Mit der Erhebung der kleinen Kegel und Kämme werden die Seiten immer steiler, die lockeren Theile der Decke halten endlich nicht mehr daran, lösen sich los und rollen herab. Bald ist dann auch, wenn die nackten Wände der Einwirkung der Atmosphäre preisgegeben sind, die ganze Bildung verschwunden. Der *Murterotschgletscher* am Bernina, der *Zermattgletscher* im St. Nicolausthal in Oberwallis und der Unteraargletscher zeichnen sich durch die Menge der Schuttkegel, womit ihre Oberfläche besäet ist, vor vielen anderen aus.

Kleine Steine und dünne Sandlagen sinken nach und nach in das Gletschereis ein, da sie als undurchsichtige dunkle Körper und vermöge ihrer Wärmecapacität am Tage viel stärker erwärmt werden, als das Eis, und somit von diesem mehr schmelzen, als die directen Sonnenstrahlen. Dieses *Einsinken* findet vorzugsweise auf dem tieferliegenden Theil der Gletscher, gegen ihr Thalende statt, in einer Höhe von 4—5000 Fuss. Dabei werden Löcher gebildet, in welchen sich Wasser ansammelt, *Eislöcher* genannt, von rundlicher, oft trichterförmiger Gestalt von sehr verschiedenem Durchmesser und mitunter beträchtlicher Tiefe. Das in diesen Löchern angesammelte Was-

ser wird in der warmen Jahreszeit durch die Sonnenstrahlen und durch warme Winde an der Oberfläche erwärmt. Die obersten Wassertheilchen werden dadurch specifisch schwerer, als das tieferstehende Wasser und sinken unter. Dabei lösen sie immer Eis auf und dies geht so fort, so lange die Temperaturdifferenz der oberen und unteren Wassertheilchen durch die Sommerwärme unterhalten wird. Die Löcher erweitern und vertiefen sich dabei, erhalten häufig 1 bis 3 Fuss Durchmesser, 3 bis 8 Fuss Tiefe und sind mit vollkommen klarem Wasser gefüllt, das bei den grösseren einen herrlichen Anblick darbietet, da es eine wunderschöne azurblaue Farbe hat.

Ich habe diese merkwürdige Erscheinung zum erstenmal bei den Berninagletschern gesehen und muss sie für eine der merkwürdigsten halten, welche die Gletscher zeigen. Agassiz und seine Gefährten sahen diese *Eislöcher* auf dem Weissthorgletscher am Monte-Rosa und in besonderer Menge und Grösse auf dem Gletscher, welcher unmittelbar vom Monte-Rosa herabsteigt *). Einige haben auf diesem letzteren bis 50 Fuss Durchmesser auf 30 bis 40 Fuss Tiefe und bilden wahre Seen; andere bilden ungeheure Trichter, durch welche Wasser in den Gletscher hinabstürzt und selbst wahre Gletscherbäche in die Tiefe der Eismasse hinabfallen. „Man kann nichts Grossartigeres sehen, als diese hellen Wasserbäche, die sich mit grossem Getöse in den Eingeweiden des Gletschers verlieren, nachdem sie lange auf seiner Oberfläche in smaragdgrünen Betten sich hingewunden hatten."

Den Stein oder den Sand, der die Veranlassung zur Entstehung der Löcher war, kann man bei den weniger tiefen theils sehen, theils durch Fühlen mit dem Stock auffinden und erkennen. Wirft sich ein Schrund durch ein Eisloch, der dem Wasser Abfluss nach unten verschafft, so entleert es sich gänzlich und es bleibt der Stein oder der Sand zurück. Nun ist das unterliegende Eis gegen Schmelzung und Verdunstung geschützt, es erhebt sich nach und nach, während die unbedeckte Gletscherfläche sich senkt, das Loch ebnet sich aus und es entsteht öfters jetzt ein Sand- oder Schuttkegel, der später auch wieder zerfällt und dem Boden gleich wird.

Das Wasser der Eislöcher dringt auch in das Eis ihrer

*) Agassiz, geol. Alpenreisen, S. 148 und 150.

Wände ein, verdrängt die in feinen Poren eingeschlossene atmosphärische Luft und absorbirt davon mehr Sauerstoff als Stickstoff. Es bestehen daher die aus Eislöchern aufsteigenden Luftblasen aus einer *sauerstoffarmen* Luft, die nicht ganz 10 Procent Sauerstoff hat. Dadurch kommt eine an Sauerstoff ärmere Luft in die Atmosphäre über den Gletschern, die aber in dem grossen Luftmeer schnell aufgelöst wird, darin gleichsam verschwindet, und somit wirkungslos auf die Respiration ist.

Der winzige *Ammoniak*gehalt, den HORSFORD im Eis des Glacier de Boisson am Mont-Blanc gefunden hat *), 1 Milliontel vom Gewicht des Eises, kann nicht überraschen, da das Ammoniak in der Luft allverbreitet ist und mit dem Regenwasser herabgeführt wird, das Firn, Schnee und Gletschereis durchdringt.

Wenn ein Gletscher plötzlich an einem senkrechten Abgrunde aufhört, so bildet sein Ende auch einen senkrechten Abfall, indem das Eis beim stetigen Fortrücken über die Felswand heraustritt, dann bald ohne Unterlage bricht und je nach Massgabe der Stärke der Bewegung, jetzt in grösseren oder kleineren Massen in die Tiefe stürzt, wo es in Stücke zerschellt und sich zu Staub zerschlagt. Auf der Wengeralp im Berner Oberland sieht man dieses Schauspiel im Sommer jeden Tag. S. 573. Im Thal des Hinterrheins sieht man nahe bei der Rheinquelle, wo der Pfad sich an der nördlichen Thalwand zur Sennhütte der *Zaportalp* erhebt, gegenüber eine Stelle, wo der *Moschelhorn-Gletscher* in ansehnlicher Höhe über die Felswand herabhängt. Hier lösen sich beständig Eismassen ab, die unter dumpfem Getöse in den Fluss herabstürzen **). Der *Schwarzwald-Gletscher*, dessen Hauptmasse zwischen den Gipfeln der Wetterhörner liegt, tritt mit seinem Ende über die steilen Felswände hervor, die gegen die grosse Scheideck zwischen Meyringen und Grindelwald abfallen, und beständig brechen dort grosse Eisstücke los, die in die Tiefe stürzen. Wenn sich diese nun, wie es beim Schwarzwaldgletscher der Fall ist, ansammeln, so bilden sie einen wahren Eisschutt, der von Ferne wie eine Schneehalde aussieht. Man findet darin jedoch zwi-

*) POGG. Ann. 1846, Bd. 59, S. 113.

**) MERIAN, Bericht über die Verhandl. d. naturf. Gesellsch. in Basel VII. 1847. S. 49.

schen den zersplitterten weissen Theilen immer einzelne feste Eisblöcke, deren bläuliche Farbe ihre Abkunft anzeigt und überzeugt sich durch die Härte dieser Trümmerhaufen, dass sie nicht aus Schnee bestehen. Durch Aufthauen und Wiederzusammengefrieren backen die Theile des zertrümmerten Eises von Neuem zusammen und gehen in eine dichte Eismasse über, die in allen Verhältnissen dem Gletschereis ganz ähnlich ist. Solche Eismassen nennt man *secundäre Gletscher*. Bei den häufigen Stürzen der Eismassen kommen sowohl einzelne Felsblöcke, als Theile der Gufferlinien und Gandecken mit herab und ordnen sich wie auf den ursprünglichen Gletschern zu Seiten- und Endmorainen, so dass solche secundäre Gletscher auch in dieser Beziehung nicht von jenen unterschieden werden können. Der regelmässige Abhang allein, der seinen Grund in der immer nach gleichen Gesetzen erfolgenden Ablagerung der fort und fort hereinstürzenden Eismassen hat, gibt ein Unterscheidungszeichen an die Hand.

Ruhen die Gletscher auf stark geneigten Grundflächen, die oft einen Abfall von 30—45° haben, so stürzen bisweilen grosse Eismassen von denselben herab. Es erfolgen auf diese Weise *Gletscher-Stürze*, die mitunter furchtbare Verwüstungen anrichten, wenn die Eiskolosse mit Donnergetöse in bewohnte Thäler herabfallen. Das Herabgleiten des Eises auf geneigter Grundfläche kann eintreten, sobald ein Abschmelzen an der Unterfläche des Gletschers stattfindet und der Druck der höher liegenden Theile die Reibung auf der Bodenfläche überwindet. Im Thal von St. Nicolaus in Oberwallis liegen in seinem obersten, sehr wilden Theile viele Gletscher an den Seiten der riesigen Berggipfel, die manchmal so steil sind, dass sie von ferne wie aufgehangen erscheinen. Von diesen ist besonders der *Gletscher* des *Weisshorns* oder der *Bies-Gletscher*, am Ostabfall dieses Gebirgsgipfels, wegen seines steilen, wohl unter 40° geneigten Abhanges merkwürdig und gefürchtet wegen der Verwüstungen, die er zuweilen anrichtet. Er liegt dem Dorfe *Randa* gegenüber und machte am 27. December 1819 einen so gewaltigen Sturz, dass durch den blossen Luftdruck, den der Fall der Eismassen verursachte, mehrere Häuser von Randa zerstört worden sind. Das Eis selbst erreichte das Dorf nicht*).

*) Charpentier. Essai sur les glaciers 1841, S. 37.

Glücklicherweise ereignen sich im Ganzen solche Gletscherstürze nur selten, obgleich noch viele andere Gletscher, wie z. B. der Tza-Gletscher am Dent du Midi im Illiezthal, der Tzezetaz-Gletscher im Bagnethal, der Gletscher des Clocher de Portalet im Ferretthal, der Paluto-Gletscher am Bernina auf sehr steilen Abhängen ruhen.

Bisweilen haben Gletscherstürze noch besondere Verheerungen durch aufgestaute Gewässer im Geleite. In dieser Beziehung bietet das Ereigniss ein besonderes Interesse dar, welches im Jahr 1818 im Bagnethal in Unterwallis grosse Verwüstungen angerichtet hat. Durch Herabstürzen vieler Eismassen von dem im Hintergrunde des Thales liegenden grossen *Gièlroz*-Gletscher wird fortwährend der sogenannte *untere Gièlroz*-Gletscher als ein *secundärer Gletscher* unterhalten. Schon 1595 versperrte dieser einmal dem Bach des Thales, der *Dranse*, den Abfluss. Im Jahr 1818 geschah dies wieder und es wurde der Wasserabfluss in der Thalenge des Hintergrundes durch die Eismassen vollkommen abgesperrt. Dadurch entstand hinter dem Eiswall ein See, in welchem sich das Wasser bis über 200 Fuss Tiefe und im Ganzen eine Wassermasse von 600,000 Cubikklafter ansammelte. Den 16. Juni 1818, Abends 4 Uhr, brach diese Wassermasse auf einmal durch den Eisdamm, stürzte mit verheerender Wuth durch das acht Stunden lange Thal hinaus, ins Hauptthal des Wallis herab, wo sie sich bei Martinach mit der Rhone vereinigte und durch diese einen Theil der mitgeschwemmten Trümmer dem Genfersee zufluthete. Diese Fluth glich aber nicht einem Wasserstrome, sondern einem furchtbaren, in wüthender Bewegung sich befindenden Bergsturz; Felsblöcke, ganze Gruppen von Tannenbäumen, Schutt jeder Art, Häuser, Scheuern und deren Bruchstücke rollten über einander hin und die Wassermasse war so sehr damit beladen, dass man das Wasser nicht sah, sondern das ganze einer schlammigen Trümmerfluth glich, die Alles mitriss, was ihr entgegen oder zur Seite stand. Diese Fluth dauerte ungefähr eine halbe Stunde, um durch irgend eine Thalstelle durchzuströmen und lieferte also, ohne die Schuttmasse, in jeder Zeitsecunde 330 Cubikklafter Wasser. Vom durchrissenen Eisdamm bis zum Dorfe Chable durchströmte die Fluth in ungefähr 30 Minuten einen Weg von beiläufig 70,000 Fuss, hatte somit eine Geschwindigkeit von 33 Fuss in jeder Secunde. „Man muss

die Grässlichkeit der Verheerung des Thalgrundes von Bagne und der Ueberschüttung der Gegend von Martinach", sagt ESCHER*), „gleich nach dem jammervollen Ereignisse gesehen haben, um sich einen Begriff davon machen zu können. In der unteren Hälfte des ziemlich engen Thales zwischen St. Branchier und Martinach, unterhalb Bauvernier, hat die Fluth des losgebrochenen Sees viele Hundert Granitblöcke, die am Fuss des Gebirges theils freiliegend, theils in den Schuttfeldern vergraben waren und von denen viele mehrere Tausend Cubikfuss Inhalt haben, ergriffen und mehrere Tausend Fuss weit mit sich fortgewälzt. Ja einer dieser Blöcke, der nicht tief hinter der Ausmündung des Bagnethales in die Ebene von Martinach liegt hat volle zehntausend Cubikfuss Körperinhalt. In der ganzen offenen Gegend von Martinach lagen Schutt, Schlamm und Trümmer beinahe bis zu derjenigen Höhe aufgehäuft, welche die Oberfläche der Fluth hier erreichte." Gegenwärtig sind in den Umgebungen von Martinach von den geschilderten grossen Verheerungen keine auffallenden Spuren mehr zu sehen. Man könnte die Gegend wiederholt durchwandeln, ohne sie wahrzunehmen, würde nicht durch das Reisehandbuch unsere Aufmerksamkeit darauf hingelenkt. Zur Verhütung der Wiederkehr eines für die Gegend so unheilbringenden Ereignisses unterhält die Regierung des Cantons Wallis seit 1821 einen Stollen durch den Eisdamm, wodurch dem Wasser der Dranse ununterbrochen ein freier Abfluss gesichert ist **).

Das *organische Leben* weicht vor den starren ewigen Eismassen der Gletscher fast ganz zurück. An ihrem Rande aber, auf den umgebenden Felsen, ist freudiges Leben. Eine durch Schönheit und Reichthum ausgezeichnete *Flora*, aufwärts bis zur Vegetationsgrenze, schmückt die Felsen der vereisten Thäler der Hochregionen. Das scheue Murmelthier unterbricht bisweilen durch seinen Pfiff die Todtenstille; das Alpen-Schneehuhn (Tetrao alpinus) lauft mit gefälliger Leichtigkeit am Rande des Eises und über Schneeflächen hin; die Alpenkrähe (Corvus pyrrhocorax) ruht hin und wieder auf den Steintrümmern einer Moräne aus; und auf den Guffern selbst erhält sich auf Blöcken und in dem erdigen Schutt, der aus der Verwitterung der Steine

*) Bericht über Bagne 1821 und in der N. Alpina 1821.

**) CHARPENTIER, Essai sur les glaciers 1841. S. 95.

hervorgeht, immer noch eine kümmerliche Flora. Moose, Flechten, Schwämme und etwa 30 Arten Phanerogamen pflanzen sich darin fort *). Selbst das starre Gletschereis ist auf seiner Oberfläche und bis auf eine gewisse Tiefe nicht unverträglich mit der Entwickelung des organischen Lebens. Desor fand 1839 zuerst auf dem Gornerhorn-Gletscher am Monte-Rosa kleine *Insekten*, später (1840) dieselben auch auf dem Unter- und Oberaargletscher, so wie auf dem Grindelwaldgletscher, unter Umständen, welche beweisen, dass sie wirklich auf und in dem Gletschereise wohnen **). Man findet sie zu Tausenden unter allen Steinen, die auf dem Gletscher liegen und ist erstaunt, mit welcher Behendigkeit diese Thierchen, die etwa die Grösse eines Flohs haben und Sprünge machen wie dieser, in das scheinbar dichteste Eis hineinschlüpfen. Schlägt man ein Eisstück los, in das sie eingedrungen sind, so sieht man sie darin wie Blutkügelchen in den Gefässen herumlaufen. Eine Thatsche, die zugleich als ein Beweis gilt, dass auch das schein-

*) Auf den Morainen des Unteraargletschers fanden Nicolit und Girard (Agassiz, geolog. Alpenreisen S. 203 und 204):

Flechten.	*Phanerogamen.*
Lecidaea confluens *Ach.*	Poa laxa *L.*
„ geographica —	Agrostris rupertris *All.*
Parmelia polytropa *Sch.*	Rumex digynus *L.*
„ cenisia *Fr.*	Linaria alpina *L.*
„ saxicola —	Chrysanthemum alp. *L.*
„ propinqua *Sch.*	Artemisia spicata *Wulf*
„ vitellina —	Saxifraga bryoides *L.*
„ pulchella —	„ aspera —
„ radiosa —	„ stellaris —
Moose.	„ exarata *Vill.*
Bryum Ludwigii *Spr.*	„ Sequeri *Spreng.*
„ pallens *Sw.*	„ muscoides *Wulfen*
Grimmia ovata *Flube*	Sedum atratum *L.*
Polytrichum piliferum *Hedw.*	Silene acaulis —
Racomitrium ericoides *Brid*	Spergula saginoides *L.*
Weissia crispula *Hedw.*	Cerastium latifolium —
	„ pedunculatum *Gaud.*
	Aretia alpina *Lam.*
	Ranunculus glacialis *L.*
	Geum reptans —

**) Agassiz, geolog. Alpenreisen S. 149 und S. 181 u. f. Die Thierchen gehören zu den Podurellen und zur Familie der Thysanuren von Latreille.

bar dichteste und durchsichtigste Gletschereis von Haarspalten durchzogen ist. Diese Thierchen sind tief schwarz, stark behaart mit kurzen weisslichen Borsten, haben sechs Füsse und einen aus acht deutlich abgeschnürten Segmenten zusammengesetzten Körper. Sie bilden das Genus *Desoria* und haben nach ihrem Wohnort den Namen *Eis-Desoria* (Desoria glacialis) erhalten.

Eine andere interessante Form des *organischen* Lebens in Regionen des ewigen Schnees und Eises sind die Thierchen des *rothen Schnees*. Saussure hat wohl zuerst die Aufmerksamkeit auf denselben hingelenkt. Er fand ihn in den Alpen mehrmals am St. Bernhardt und am Mont-Bréven, aber nirgends in einer Höhe von mehr als 1440 Toisen *). Die erste genaue Untersuchung darüber stellte indessen im August 1839 Schuttleworth auf der Grimsel an **), wobei sich ergab, dass die Hauptmasse der den Schnee rothfärbenden Substanz durch *Infusorien* gebildet wird, welche in dem schon länger an der Luft liegenden Schnee leben und sich fortpflanzen. Sie bilden oft weit ausgedehnte Flecken auf dem Schnee, die vom blassen Rosenroth bis zur dunkeln Blutfarbe wechseln und breiten sich in günstigen Jahren zuweilen so sehr aus, dass die Schneehalden schon aus weiter Ferne in röthlich-gelber Farbe erscheinen. Anfangs ist die Färbung des Schnees nur oberflächlich; häufen sich aber die Thierchen an, so dringt sie mehr oder minder tief in den Schnee ein, oft bis auf mehrere Fusse. Mit jedem Sommer scheint sich die Färbung an derselben Stelle immer wieder aufs Neue einzustellen. Das Thierchen ist ein Rüsselinfusorium, gehört zu der Gattung *Disceraea* und wird mit dem Namen D. nivalis bezeichnet. Es erscheint in verschiedenen Entwickelungsstufen, ist im erwachsenen Zustand eirund, von dunkel braunrother Farbe und misst höchstens $^1/_{50}$ Millimeter ***).

In allem rothen Schnee, der in neuester Zeit in den Alpen gesehen und genauer untersucht worden ist, kommt ein zweites organisches Product vor, dessen räthselhafte Organisation es

*) De Saussure, voyages dans les Alpes §. 646 und 2116.

**) Bibliotheque universelle de Genève 1840. Nr. 50. Février.

***) Siehe das Ausführlichere über Disc. nivalis in Agassiz. geolog. Alpenreisen. S. 236 u. f.

unentschieden lässt, ob es zu den Thieren oder zu den Pflanzen zu rechnen ist. Es besteht aus einer dunkelrothen, ins Blaue oder Braune spielenden Kugel, auf welcher eine Menge heller, durchsichtiger, conischer oder pyramidaler Fortsätze stehen, welche diesem Organismus das Ansehen einer Rosette geben *).

Ein drittes organisches Wesen des rothen Schnees erscheint in kleinen, länglich-runden Büchschen von bräunlicher, gelblicher oder grünlicher Farbe, in denen man meist zwei hellere Punkte unterscheidet. Weitere Organisation und Bewegung wurden daran nicht wahrgenommen, und so weiss man noch nicht, ob es ein Thier oder eine Alge ist **).

Endlich erscheint noch als ein häufiger Gast im rothen Schnee eine Varietät der *Philodina reseola Ehr.*, die von der gewöhnlichen, in Brunnenwassern und Dachtraufen vorkommenden Art sich nur dadurch unterscheidet, dass sie nicht, wie diese, orangegelbe, sondern ungefärbte Augen hat. Im Innern des Eierstocks dieses schönen Räderthierchens sieht man oft unentwickelte Eier von dunkelrother Farbe.

Die rothen Kugeln, die man früher im rothen Schnee neben den Infusorien unterschied, für Algen hielt und *Protococcus* nannte, sind wohl nichts Anderes, als Eier von Disceraea ***).

Das Leben einer zahllosen Menge mikroskopischer Thiere im Schnee, in einer Temperatur, die meist unter Null steht, ja selbst noch in grösserer Kälte, da Capitän Parry im hohen Norden dicht am Cap Sichilik unter 75° 54′ N. Br. den Schnee auf grosse Strecken roth gefärbt sah †), ist eine Thatsache, die man bis jetzt kaum ahnte, und zeigt uns, wie viel Neues noch überall und selbst an solchen Orten zu entdecken bleibt, wo der ewige Schnee alles organische Leben auszuschliessen scheint. Wie weit sich die Grenzen unserer Kenntnisse durch die Verfolgung der von Ehrenberg so ruhmvoll eingeschlagenen Bahn noch ausdehnen werden, ist nicht abzusehen.

*) A. a. O. S. 239.

**) A. a. O. S. 240.

***) A. a. O. S. 241 und Untersuchungen über die Gletscher, S. 70 Anmerkung.

†) Capt. Parry, Journal of a voyage of discovery to the arctic regions. London 1819.

Todte organische Körper, Insekten, Blätter, Holzstücke, die auf dem Gletschereis liegen, sinken etwas in dasselbe ein, indem sie um sich her durch die von der Sonne aufgenommene Wärme das Eis zum Schmelzen bringen. Sind sie aber einmal so tief eingesunken, dass die Sonnenstrahlen sie nicht mehr treffen und sie beständig im Schatten liegen, so sinken sie nicht mehr tiefer ein, und nach einiger Zeit erscheinen sie sogar wieder auf der Oberfläche, indem sie sich gerade so verhalten, wie kleine Sandhäufchen (S. 608), und wie diese abwechselnd einsinken und aufsteigen, bis sie durch die Bewegung des Gletschereises endlich an seinem Ende anlangen.

In den *Pyrenäen*, deren mittlere Höhe des Kammes bekanntlich derjenigen des Kammes der Alpen nicht nachsteht, erscheinen in Folge des milderen Klimas und des Mangels der Gebirgsgipfel, deren grosse Zahl, Höhe und Formen die Alpen auszeichnen und ihnen das malerische und groteske Ansehen geben, nur kleine Gletscher an Abhängen, die im Vergleich zu den ausgedehnten Eisfeldern der Alpen wahre Miniaturgletscher sind. Nur wenige Gebirgsgipfel erheben sich in den Pyrenäen, hinlänglich, um in dem wärmeren Klima im hohen Sommer noch einige Lappen ihres weissen Wintermantels gegen die Sonnenstrahlen erhalten zu können.

Die Gletscher erscheinen nur im höchsten Theil des Gebirges zwischen dem Thal der Garonne und dem von Osau *). Sie liegen vereinzelt, weit von allen Menschenwohnungen entfernt, auf den höchsten Abhängen, in der Richtung der Gebirgskämme ausgedehnt und langgezogen, daher sehr steil geneigt und schwer zu begehen. Gewöhnlich sind sie der Länge nach von mächtigen Schründen durchzogen, welche augenfällig dadurch entstehen, dass sich die Eismasse an dem steilen Abhang spaltet. Tiefe Furchen durchziehen sie auch in der Richtung des Gebirgsabfalls, die durch die warmen Regenwasser ausgespült werden. Die mehrsten dieser Eismassen liegen an den nördlichen Abhängen, umgeben von hohen Bergen, geschützt gegen die Wirkung der Sonnenstrahlen und des warmen Südwindes, oder da, wo sich grosse Schneemassen anhäufen. Der grösste Pyrenäengletscher ist wohl der an der *Maladetta*, im

**) CHARPENTIER, Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées p. 50 u. f. M. BRAUN, im Jahrb. f. Mineralogie 1843, S. 80.

Hintergrund des Esserathals und ungefähr 5 Lieus südlich von Bagnères de-Luchon liegende Gletscher. Mitten aus wenig hohen Bergen erhebt sich südlikh von der Hauptkette die *Maladetta* plötzlich zu der gewaltigen Höhe von 3400 Meter (11,333 Bad. Fuss). An dem Nordabhang dieses majestätischen Gebirgsgipfels liegt der Gletscher in einer Ausdehnung von 6000 Toisen, mit seinèm unteren Ende etwa 1173 Toisen über dem Meere. Die aus ihm abfliessenden Wasser bilden die Quellen des starken Esserabaches, der sich in die Cinca ergiesst. Ein etwas weniger ausgedehnter Gletscher liegt am Nordabfall des *Crabioules* im Hintergrund des Lysthales, zieht sich über den Kamm des Gebirges und steht westlich in Verbindung mit dem Gletscher von *Portillion d'Oo*, der seinerseits mit dem Gletscher des *Port d'Oo* in Verbindung steht. Am Nordabfall des *Mont-Perdu* liegt eine sehr grosse Schnee- und Eismasse, die sich durch ihre Breiteausdehnung bemerklich macht. Der Gletscher *de la Brèche de Roland* liegt im Hintergrund des Thales von Barèges, oberhalb und etwas westlich von dem grossartigen Circus Oule de Gavarnie. Der Gletscher *de Vignemale* im Hintergrund des kleinen Thales d'Ossone, eines Seitenthales des Thales von Barèges, ist einer der schönsten, ausgedehnt und von mächtigen Schründen durchzogen. Unter den vielen anderen ganz kleinen Gletschern verdient nur noch der Gletscher *de Néouvielle* eine besondere Erwähnung, der seine Wasser dem Barègesthal zusendet. In geringeren Höhen liegen in Dobeln und Schluchten kleine Schneefelder, durch ihre Umgebunbungen vor den Sonnenstrahlen und warmen Winden geschützt, und sich oft mehrere Jahre erhaltend. Ein sehr ausgedehntes Schneefeld liegt am Fusse des steilen nördlichen Abfalls des *Pic de Montvallier*.

Morainen können sich auf den Pyrenäengletschern nicht erhalten. Ihre Lage am Abhang des Gebirgsstocks hat zur Folge, dass Schutt und Steinblöcke, die auf die Gletscherfläche gelangen, bei ihrer starken Neigung darüber weg und hinunter gleiten. Es bildet sich daher auch keine Endmoraine als Wall vor dem Gletscherende. Die Steine rollen am Abhang herab und bedecken so den ganzen Abfall, vom Gletscherrand bis zur nächsten, tieferliegenden Schlucht. Die Erscheinungen der Gletscherbewegung sind in den Pyrenäen so deutlich und augenfällig, wie in den Alpen. Furchen, Schliffe und polirte

Flächen, Rundhöcker, abgeriebene, gestreifte Steine sieht man überall.

Ein besonderes Interesse gewähren die Gletscher in den Schluchten des *Caucasus*, insbesondere diejenigen des *Kasbek*, dessen Gipfel 2308 Toisen über dem Meere liegt. Kholenati, dem wir ihre Beschreibung verdanken *), theilt sie in permanente und periodische ein, da die beiden nahen Meere, das Schwarze und das Kaspische, viel zur Veränderung der Jahrestemperatur beitragen, und es Jahrgänge gibt, wo in manchen Schluchten Gletscher entstehen, und andere, in welchen diese wieder verschwinden. Zu den permanenten Gletschern des *Kasbek* rechnet Dr. Kholenati nur drei: den *Desdaroki-*, den *Ziklurgi-* und den *Tschehari-*Gletscher. Sie zeigen Morainen und Tische. Die untere Grenze des Firns liegt in einer Höhe von 1590 Toisen; das Gletschereis tritt also 250 Toisen höher aus dem Firn heraus, als in den Alpen. Wie weit die Gletscher in die Thäler herabsteigen, das hängt sehr von der Wärme des Sommers und dem Schneereichthum des Winters ab. Der *Desdaroki*-Gletscher steigt am tiefsten herab' nämlich bis auf 989 Toisen; in den Alpen steigen die Gletscher bis unter 3000 Fuss (500 Toisen) herab. S. 573. Der *Ziklurgi*-Gletscher steigt bis auf 1490 Toisen, der *Tschehari*-Gletscher auf 1460 Toisen herab.

Von diesen ist der zuerst genannte *Desdaroki*-Gletscher, auch als Dhagaur'scher Gletscher bekannt, der interessanteste durch seine riesenhafte Ausdehnung und durch seine Lage, insbesondere aber durch sein periodisches *Herabgleiten*, oder vielmehr durch seinen *Sturz*, welcher die verheerendsten Folgen nach sich zieht. Er liegt in der Schlucht, welche sich zwischen den nordöstlichen Gebirgskämmen des *Kasbek* hinzieht und aus welcher der Bach *Desdaroki*, nach dem er benannt ist, dem *Terek* zufliesst. Der Hauptheil der Eismasse wird durch zwei zusammenfliessende Seitengletscher, einen westlichen und einen östlichen, gebildet. Sie hat eine Gufferlinie, aus den Gandecken der zugekehrten Seiten der beiden Zweige zusammengesetzt, die sich gegen das Gletscherende ausbreitet, und schöne Gletschertische zu den Seiten der Guffer. (Das Bulletin der

*) Dr. Kholenati, die Gletscher des Kasbek, in Pogg. Ann. 1845. Bd. 66. S. 553.

Kaiserl. Academie der Wissenschaften in St. Petersburg, T. II. Nr. 17, Cl. phys. math., enthält eine ausführliche Beschreibung dieses Gletschers, nebst einer Karte davon.)

Der *Sturz* dieses Gletschers, der mit furchtbarem Donnergetöse und ausserordentlicher Schnelligkeit erfolgt, muss ein grausenhaft schönes Bild gewähren, wenn der Titanenberg seinen Nachbar, den *Elbrus*, mit seinen Eiskolossen begrüsst *).

Nach der glaubwürdigen Angabe von Osseten, die in der Nähe wohnen und den Sturz einigemal erlebt haben, soll das Getöse im Hochgebirge bis auf eine Entfernung von 50 Werst, und ausserhalb desselben bis Kobi ($25^1/_2$ Werst) gehört werden. Alles geräth Wochenlang schon vor dem Sturze in Aufruhr. Die Reisenden jagen mit schnaubenden Rossen in der Darijal'schen Schlucht vor den finstern Bildern der Steinhaufen und überhängenden Felsen davon, noch mehr aber vor der drohenden Gefahr, sogar durch den Luftdruck getödtet zu werden. Das wilde Gebrüll des zu dieser Zeit trüben, grauschwarzen, cascadenartigen *Terek* steigert noch den Ernst der Bilder. Nach erfolgtem Sturze wird das Bild der Zerstörung noch imposanter; ein Raum von zwei Werst Länge ist mit Eis und Steingetrümm auf eine Höhe von 300 bis 500 Fuss bedeckt, der Zach-Don und Terek, einige Tage im Laufe gehemmt, überschwemmen das enge Thal, bis sie sich unter den Eismassen durchwühlen. Ein bis zwei Jahre hindurch wird die Strasse für Wagen unbrauchbar, und selbst dann fährt man zwischen zwei mächtigen Mauern von Eis und Steingetrümm, welches einen zu erdrücken droht **).

*) *Kasbek* und *Elbrus* stehen einander gegenüber, getrennt durch die *Darijal*'sche Schlucht, — *Porta Dariela, P. caucasica* der Römer. Der *Elbrus* erhebt sich erst aus einer absoluten Höhe von 1277 Toisen über seine Umgebung, mit einer breiten Basis und allmählig, bis zur Höhe von 2570 Toisen; der *Kasbek* dagegen steigt von einer Meereshöhe von 909 Toisen schnell und steil, mit schmälerer Grundfläche über den Kamm des Gebirges auf, bis zur Höhe von 2388 Toisen. Sieht man von dem günstigsten Standpunkte, aus der grossen und kleinen Kabardey bei Kotlacrewskoi, beide Berge zugleich, so scheint, offenbar der bezeichneten Formverhältnisse wegen, der *Kasbek* höher zu sein, als der *Elbrus*. Dieser täuschenden Erscheinung ist es zuzuschreiben, dass die Mythe angibt, Prometheus habe das Himmelsfeuer auf der Höhe des *Kasbek-Kauk-Ase* — des Bergs der Assen des Herodot — geraubt.

**) Dr. Kholenati a. a. O. S. 562.

Im Jahre 1776, den 16. Juni, erlebte der Vater eines der Ossetischen Begleiter des Dr. Kholenati, Namens Keriät, einen Sturz, welchen Reineggs (Beschreibung des Caucasus, Bd. I. S. 8 und 224) als den Sturz einer Schutt- und Schneelawine beschrieben hat. Es gingen durch diese Katastrophe eine Anzahl Einwohner des Dorfes Desdaroki zu Grund und auch Vieh. Das Dorf Guöleti, welches nahe am Terek lag, wurde überschwemmt und desshalb 9½ Toisen höher und hinter einen 150 Toisen über den Terek sich erhebenden Felsen verlegt, durch den es vor dem Verschütten geschützt ist. Ein ähnliches Ereigniss erlebte derselbe Mann im Jahr 1785. Sein Sohn Keriät Chamirza sah die Ereignisse von drei Stürzen, die 1808 im Monat August, 1817 im October und 1833 erfolgten.

Die Ursachen dieses von Zeit zu Zeit, jedoch in ungleichen Zeiträumen sich ereignenden Sturzes sind zunächst in der Lage des Gletschers zu finden. Die zwei kleineren Nebengletscher ruhen auf einer unter 33° geneigten Bodenfläche, sind ziemlich gleich mächtig und vereinigen sich zum Hauptgletscher unter einem Winkel von 15°, bis zum Vereinigungspunkt durch ein schmales Felsenjoch von einander getrennt. Fällt die Zeit ihres Zusammenstossens in den Sommer, wo sie an ihrer Grundfläche abschmelzen, und die darunter fliessenden Bäche wasserreich sind, das Anhaften der Eismassen an den Boden somit sehr gering ist; so können die Eismassen auf der stark geneigten Ebene leicht ins Gleiten kommen. Wenn dies einmal nach überwundener Reibung mit der Grundfläche eingetreten ist und der Druck der hinterliegenden Eislasten zur Bewegung mitwirkt, so werden sie, sobald ihr Wachsthum sie in der warmen Jahreszeit zur gegenseitigen Vereinigung gebracht hat, auf das vorliegende Eis des Hauptgletschers einen ungeheuern Stoss ausüben und diesen selbst zum Sturze bringen Die vorgeschobenen Steintrümmer der Endmoraine werden in diesem Falle dem Sturz der Eismassen vorangehen.

Vereinigen sich aber die beiden Nebengletscher im Winter, während sie fest am Boden anhaften; so werden ihre Eismassen nicht ins Gleiten kommen. Da sie aber bei der starken Neigung des Bodens schneller vorrücken, als die untere vorliegende Eismasse des Hauptgletschers; so werden sie sich aufstauen, wo sie mit diesem zusammenstossen, endlich über denselben sich vertical erheben und am Ende darüber weggleiten.

Dadurch wird aber auch das Eis des Hauptgletschers erschüttert, in gleitende Bewegung gesetzt und zum Sturze gebracht werden. Es wird unter den letzten Verhältnissen von einem Sturz zum anderen immer ein grösserer Zeitraum verfliessen, als im ersten Fall, wo derselbe durch Herabgleiten der Nebengletscher verursacht wird.

Der *Ziklurgi*-Gletscher liegt an dem östlichen, ziemlich steilen Abhang des Kasbek, ist sehr breit und insofern merkwürdig, weil seinem Vorrücken durch vorliegende Gebirgskämme bestimmte Grenzen gesetzt sind, wobei er genöthigt ist, sich mehr in die Breite, als in die Länge auszudehnen.

Der *Tschehari*-Gletscher wird durch das südliche Firnmeer des Kasbek unterhalten, hat 500 Schritte Breite, 126 engl. Fuss Mächtigkeit und tritt am südwestlichen Ende der Riesenschlucht hervor, indem er sich unter einem rechten Winkel nach Nordost dreht, an dem Drehpunkt stark anwächst und von Schründen zerrissen ist. Er reicht weit herab in die sogenannte Schlucht des *Tschehari*, eines gefährlichen Gletscherbaches, der seine Eismassen unterwascht, viele Gewölbe bildet und öfters Ueberschwemmungen bewirkt. Er soll in früheren Zeiten grösser gewesen und auch einmal herabgestürzt sein, wobei die Eismassen bis über den Terek auf die entgegengesetzte Thalseite geschleudert und bis zum Kurotskali, dem Bache der „tollen Schlucht", fortgeschoben wurden. Die Eingeborenen des bedrohten Dorfes Stepan Zminda haben ihre Wohnungen, um sich vor den verheerenden Ausbrüchen der tollen Schlucht und des Tscheharigletschers zu schützen, weiter südlich gelegt und die Görgetiner ihr Dorf auf einer Böschung erbaut.

In den östlichen Schluchten des Kasbek liegen die drei *Nino-Gletscher*, durch das grosse östliche Hauptjoch vom Ziklurgigletscher getrennt. Sie bieten dadurch einiges Interesse dar, dass sie zeigen, wie die Eismasse, wenn sie aus einer grossen Schlucht im Vorrücken gegen mehrerere kleinere Schluchten gedrängt wird, sich zertheilt, um in dieselben einzudringen. Sie geben also das seltene Beispiel einer Zertheilung nach unten. Der mächtigste unter ihnen und zugleich der breiteste aller Gletscher des Kasbek ist der dritte Ninogletscher. Er füllt das östliche Ende des sogenannten „Riesengrundes" oder der „Riesenschlucht" des Kasbek aus und hat vor seinem Ende auch eine riesenhafte Moraine, die zu einer solchen Höhe und

Macht angewachsen ist, dass sie dem Vorrücken des Gletschers feste Grenzen setzt.

Der erste Ninogletscher wird durch die Firnfelder des östlichen Hauptjochs des Kasbek ernährt und wächst im Frühjahr unter befördernden Verhältnissen so an, dass er im Vorrücken sich in zwei Schluchten eindrängen muss, durch deren eine er sich bis zur Seite des Tscheharigletschers erstreckt, über dessen Oberfläche seine aufgestauten Eismassen sich öfters hinschieben. Im Jahr 1844 ist dieser Gletscher ganz zusammengeschmolzen und hat als Beweise seines früheren Daseins und seiner Ausdehnung mehrere Endmorainen hinterlassen, wovon zwei auf der Oberfläche des Tscheharigletschers liegen.

Die Spitze des Kasbek ist zweigipfelig, schneebedeckt und unterliegt jährlichen Veränderungen, indem ihr die verschiedene Menge angehäuften Schnees eine verschiedene Gestalt verleiht. Beide Gipfel sind abgerundet, der östliche etwas höher als der westliche und dabei etwas nach Südost geneigt. Die Ursache der Neigung des östlichen Gipfels liegt darin, dass die Sonnenstrahlen an der Südostseite kräftiger wirken und in Folge dessen eine Bildung von Hocheis erfolgt, wobei eine Senkung des Gipfels eintritt, die durch die Schroffheit der Seiten und tiefe Schründe begünstigt wird. Endlich erreicht die Neigung des Ostgipfels den höchsten Grad, und ein Sturmwind bewirkt einen Sturz von Eis und Schnee von der Kuppe herab in das westliche Ende des Riesengrundes. Ein solcher Sturz erfolgt gewöhnlich über das zweite Jahr; die Osseten sagen alsdann: „der Urs-Kogh hat seine Kappe abgeschoben“. Jetzt erscheint der östliche Gipfel abgeflacht und weniger hoch *).

Im nördlichen Europa sehen wir Gletscherbildungen zunächst auf der *Scandinavischen Halbinsel.* Die Schneelinie sinkt am Nordcap auf eine Höhe von 2400 Fuss herab, während sie sich im südlichen Norwegen in einer Höhe von 5600 Fuss erhält. An der Westseite ist sie niedriger, als an der Ostseite, weil dort in den nebeligen feuchten Sommern der Schnee nicht so leicht schmilzt, als in der viel klareren und trockeneren Luft auf der Ostseite. Im Stifte Bergen liegen auf den Höhen des Folgefond und Justedalsbrä grosse Schneemassen, und von diesen ziehen sich auch grosse Gletscher tief in die Thäler hinab,

*) Dr. Kholenati a. a. O.

bis an die Kornäcker. Sie haben grosse Endmorainen und senden starke Bäche aus. In Finnmarken reichen die Gletscher hinab bis in das Meer *).

Im höheren Norden sind namentlich die Gletscher von *Spitzbergen* durch die Untersuchungen von Martins **) bekannter geworden. Sie füllen hier weite Thäler aus und gleichen in jeder Beziehung mehr den Firnfeldern der Alpen, als den Gletschern dieser, welche in Schluchten zwischen Bergkämmen zu Thal steigen, die dort fehlen. Von Morainen sieht man bei den Gletschern von Spitzbergen kaum Spuren zu beiden Seitten, da die stets mit Schnee bedeckten Felsen kaum verwittern; in etwas südlicheren Gegenden tragen jedoch die Eismassen Morainen. In den Polargegenden ziehen sich die Thäler bis zum Meere und die Gletscher erstrecken sich durch diese herab bis ins Meer hinein. Der Grund der Eismassen wird durch das Meerwasser unterspült und nach und nach aufgelöst. Der Gletscher bewegt sich aber so lange vorwärts, bis das Gewicht der Eismassen, die vom Land überhängend über das Meer hin ragen, den Bruch derselben bewirkt. Gewaltige Eiskolosse brechen alsdann ab, fallen vom Land ins Meer und werden durch die Bewegung seiner Wellen, sowie durch Strömungen weiter getrieben. Diese Eismassen bilden jene schwimmenden *Eisberge*, welche den Schiffern in den Polargegenden so gefährlich sind ***). Das Eis, welches sich auf der Oberfläche der Polarmeere bildet, hat verhältnissmässig nur eine geringe Dicke und seine Bänke sind nicht durch grosse Dimensionen ihrer Masse sondern durch ihre zusammenhängende Ausdehnung den Schiffern gefahrdrohend. Die schwimmenden Eisberge haben nicht selten eine ausserordentliche Grösse, ragen 100 bis 200 Fuss aus dem Meere hervor und haben dabei einen Umfang bis zu $^1/_4$ und $^1/_2$ Meile. Nach dem Verhältniss des Gewichtes des Eises zu dem des Seewassers muss der unter dem Meeresspiegel befind-

*) Schouw, Europa. Deutsche Uebersetzung, Kiel 1833, S. 10.

**) Martins, Observations sur les glaciers du Spitzberg, comparés à ceux de la Suisse et de Norwége; Biblioth. univ. de Genève, cahier d'Août 1840.

***) Siehe Cap. Parry's erste und zweite Reise in die Nordpolgegenden, Scoresby's Reise an die Ostküste von Grönlaud, Martins, über die Gletscher von Spitzbergen.

liche Theil dieser Eiskolosse 8 bis 9 Mal grösser sein, als der hervorragende. Solche ungeheure Eismassen werden durch Winde und Wellen nur wenig, vorzüglich aber durch Strömungen fortbewegt und gelangen dadurch öfters bis in die gemässigte und warme Zone herab. Cap. d'Urville begegnete auf seiner Entdeckungsreise an Bord des Astrolab im südlichen Ocean einem Eisberg von 100 Fuss Höhe mit völlig senkrechten Wänden und einer Länge von 13 Seemeilen. Verschiedene Seefahrer sind solchen Eismassen, vom Nordpol kommend, bis zum 43° N. Br. und vom Südpol herschwimmend bis zum 23° S. Br., begegnet *). Sie üben einen grossen Einfluss auf das Klima aus. Im Jahr 1842 fiel in Süd-Carolina die Baumwollenernte schlecht aus, weil eine beträchtliche Anzahl ungewöhnlich grosser Eisberge von der Hudsons- und Baffinsbai südwärts herabgeschwommen war und die See und die Luft in jener Breite Nordamericas sehr abgekühlt hatte **). Bis in die Breiten der Neufundlandbank, 40° bis 50° N. Br., kommen die Eisberge des Nordmeeres fast alljährlich an der Küste von Nordamerica herab. Die Fahrt über diese grosse Bank ist desswegen in den Monaten Februar und März gefährlich. Die Eisberge stossen öfters auf den Meeresboden und pflügen seinen sandigen Grund auf. Sie ziehen *Furchen*, wo sie am Ufer hinstreifen, über untermeerische Felsenflächen sich fortbewegen. Ganz frische und neue Furchen, durch die Wirkung solcher Eismassen hervorgebracht, sah Lyell an Sandsteinfelsen des Cap Blomidon auf Neuschottland ***). Entfernt vom heutigen Meere sieht man an vielen Orten in Nordamerica diese in einer früheren Zeit geschehene Wirkung des Eises auf die Felsen; Schliffflächen, geglättete Stellen, ausgeriebene Furchen, wie sie die Thätigkeit der Gletscher hervorbringt.

Steine, Felsblöcke, Schuttmassen, welche von höhern Stellen auf das Eis der nördlichen Gletscher fallen, die bis zum Niveau des Meeres herabziehen, oder Steine und Trümmer, welche an der Unterseite des Eises angefrieren, schwimmen

*) J. L. Hayes, Bost. Journ. of Nat. Hist. 1844, Scoresby's Reise und Quaterly Journ. of Sc. V. p. 372.

**) Lyell, Reisen in Nordamerica, deutsche Uebersetzung 1846. S. 112.

***) Lyell, a. a. O. S. 314.

mit den Eismassen fort und werden mit diesen umhergetrieben. Cap. Parry sah auf Eisstücken vor dem Aldermann Jones-Sund Granitstücke liegen *) und Scoresby beobachtete, wie einige von den Eisbergen, die er in 69° und 70° N. Br. zu Hunderten antraf, mit mächtigen Schichten von Steinen und Erde bedeckt oder davon durchzogen waren **). Die meisten dieser Trümmer fallen beim Schmelzen des Eises auf den Meeresboden und verhältnissmässig nur wenige langen mit dem Treibeis an fernen Gestaden an. Sie können aber auf sehr grosse Entfernungen fortgeführt werden, wie es die Eisberge lehren, welche vom hohen Norden bis nach Süd-Carolina herabschwimmen, 30° N. Br., und einen Weg von vierzig Breitegraden durchlaufen. Wird das Forttreiben der Eisberge durch den Wind in einer bestimmten Richtung oder durch eine Strömung bewirkt, und geht die Richtung gegen eine Bucht oder einen Meerbusen, so sammeln sich darin die Eismassen an und die Blöcke, welche sie mit sich führen, fallen nieder auf den Grund, oder bleiben am Ufer liegen, wenn das Eis schmilzt. Durch einzeln forttreibende Eisberge werden die Blöcke in verschiedenen Richtungen fortgetragen und zerstreut. Sie schwimmen oft mit dem Eis aus dem hohen Norden an die Küste von Labrador, zwischen 50° und 60° N. Br., und stranden hier; sie werden mit Eisbänken an die Ufer des St. Lorenz, in 46° N. Br, getrieben, langen auf solche Weise auf den Shetlandsinseln an u. s. w. C. E. v. Baer beschreibt die Wanderung eines grossen Blocks aus Finnland herüber auf die Insel Hochland ***).

Im kleineren Maasstabe sieht man diesen Transport von Schutt und Blöcken durch Eis alljährlich beim Eisgange auf dem Bodensee. Die Eisschollen, welche unter der Rheinbrücke zu Constanz durchschwimmen, tragen nicht selten Steine, die sie aus dem Felsgebiet des Oberrheins, aus den Thälern von Graubündten mit sich führen. In dem Becken des Untersees angelangt, werden manche durch den Südwind herab an das Ufer bei Radolphzell geführt. Daher die zahlreichen Stücke

*) Cap. Parry's erste Reise, deutsche Uebersetzung. S. 129.

**) Scoresby, voyage tho the east coast of Grönland 1822.

***) Bulletin sc. de l'Acad. de St. Petersbourg 1838 und Berghaus Annalen 1839, Februar- und Märzheft.

von Bündtner Gesteinen, die man an diesem Ufer findet. Der grössere Theil aber treibt auf dem schmalen Seetheil und auf dem Rhein fort bis nach Schaffhausen, wo sie theils oberhalb der Stadt in einer kleinen Bucht stranden, theils den Rheinfall mitmachen und sodann an das rechte Ufer getrieben werden. An beiden Stellen findet man daher eine wahre Musterkarte von Graubündtner Gesteinen. Als im Frühjahr 1839 die im vorhergehenden Winter den ganzen Obersee fesselnde Eisdecke brach und die getrennten Eisbänke mit Südwestwind trieben, langte ein grosser Block auf einem Eisschemel am Ufer bei dem Dorf Hagnau, oberhalb Meersburg, an, der aus dem Rheingebiet kommend, einen Weg von mehr als 8 Stunden über den See zurückgelegt hatte.

Die Eisdecke der Flüsse dient häufig zum Transport von Blöcken, indem die am Ufer und auf seichtem Grunde liegenden Trümmer in die Eismasse eingeschlossen und im Frühjahr mit diesen abwärts getrieben werden. Auf diese Weise erklärt sich die Anhäufung von Blöcken und Schutt viele Meilen weit von ihrer Abstammungsstätte, z. B. im südlichen Finnland und längs einiger Flüsse im Norden von Russland, hauptsächlich in Buchten und einspringenden Bogen derselben *).

Die fortschaffende Thätigkeit des schwimmenden Eises lässt sich vom grössten Maasstabe an bis zum kleinsten beobachten, bei welchem z. B. auf einer Wiese liegende Blöcke dadurch, dass die Wiese jedesmal im Spätjahr überschwemmt und im Winter mit Eis bedeckt wird, nach und nach sämmtlich an den Rand derselben getragen werden. Als ein bekanntes Beispiel solcher Art gilt das Wiesenthal von Cabille in Curland. Es ist von Anhöhen umgeben und wird von dem kleinen Bach Miss durchflossen. Alte Leute erinnern sich, dass die ganze Wiesenfläche ehedem mit Granitblöcken bedeckt war. Nach vorangegangenen Ueberschwemmungen bildete sich zur Winterszeit öfters eine starke Eisdecke über die ganze Fläche. Das Eis hob die Blöcke in die Höhe und zur Zeit des Thauwetters führten die Eisschollen, wie sie an den Rand der un-

*) W. Böthlingk, in Berghaus Annalen 1839, Septemberheft, und im Jahrb. für Mineralogie 1839. Cap. Bayfield, über den Transport von Felsblöcken durch das Eis des St. Lorenz in Canada, London und Edinb. philos. Mag. 1836, daraus im Jahrb. f. Min. 1839, S. 214.

ter Wasser stehenden Wiesenfläche getrieben wurden, die Blöcke mit und setzten sie beim Schmelzen hier ab. So wurde die Wiesenfläche nach und nach von den Blöcken gereinigt und auf eine leicht zu erklärende Weise von ihnen umkränzt.

Eckige Blöcke und Trümmer werden also nicht allein durch Gletscher, sondern auch durch Treibeis und durch dieses namentlich in weite Fernen getragen und über grosse Flächen zerstreut. Schlamm- und Sandablagerungen mit eingeschlossenen Meeresbewohnern, Strandbildungen, welche die Blöcke begleiten, werden immer eine Anzeige der fortschaffenden Thätigkeit des Eises sein, während die geschilderten Erscheinungen der Gletscher in einem Ablagerungsgebiete von Blöcken den Antheil an ihrem Transport und an ihrer Verbreitung bezeichnen.

Im hohen Norden von America, im ganzen nördlichen Sibirien ist der Boden, selbst in der heissesten Jahreszeit, von einer gewissen Tiefe ab, die nach Oertlichkeit und geographischer Breite verschieden ist, *gefroren*. Dieses *Bodeneis* hat an den ostwärts gelegenen Punkten, wie namentlich bei *Jakutzk*, 62° N. Br., dessen mittlere Temperatur der Monate December und Januar — 32° R. ist, wo also das Quecksilber während zwei Monaten des Jahres im Freien nicht aufthaut, eine beträchtliche Stärke. Man hat daselbst bei einer Brunnengrabung den Boden bis auf eine Tiefe von 357 engl. Fuss (1 engl. Fuss = 0,304 Meter) festgefroren und erst darunter weiches Erdreich gefunden. Dieses Bodeneis ist über den 59. Breitegrad hinaus durch ganz Nordasien verbreitet. Der Boden bleibt hier überall in der Tiefe, bis zu welcher die Sonnenwärme nicht eindringt, fortwährend gefroren. In *Obdorsk* können, wie A. Ermann erzählt *), die Gräber selbst im Sommer nur dann gemacht werden, wenn man den Boden zuerst durch darauf verbrannte Holzhaufen aufthaut. Als im Jahr 1821 auf einem der beiden dortigen Kirchhöfe eine Nachgrabung gemacht wurde, fand man den Sarg der Leiche des Fürsten Menschtschikow, der von Peter dem Grossen nach Sibirien und hierher verbannt worden und daselbst vor 92 Jahren gestorben und begraben worden war. Die Leiche hatte sich in dem gefrorenen Erdreich sammt der Bekleidung völlig unverändert erhalten.

*) Reise um die Erde, durch Nordasien und die beiden Oceane, 1828 bis 1830 ausgeführt. Bd. 1. Berlin 1833.

In der Eschscholtz-Bay sah Cap. Kotzebue *) in 66° N. Br. in Massen von Eis und gefrorenem Sand fossile Elephantenknochen **), die indessen schon viel früher in den gefrorenen vereisten Erdlagen an den Mündungen der Lena, des Jenisey und einiger anderer Flüsse, die sich ins Eismeer ergiessen, waren aufgefunden worden, und zwar mitunter noch mit Fleisch, Haut und Haaren. Diese merkwürdigen Thierreste, zuweilen so gut erhalten in diesen Regionen des ewigen Eises, kommen am reichlichsten auf einigen Inseln des Eismeers im nördlichen Sibirien vor, gegenüber dem Ufer, welches die Mündung der Lena von derjenigen der Indigirka trennt. Die dem Festlande nächstgelegene ist 36 Stunden lang und besteht, mit Ausnahme einiger kleinen felsigen Hügel, ganz und gar aus einem Gemenge von Eis und Sand. Wenn bei anhaltendem Thauwetter ein Theil der Ufer einstürzt, so findet man unter dem Schutt eine Menge Knochen eines vorweltlichen Elephanten, der mit dem Namen „Mammuth" bezeichnet worden ist ***). Das Merkwürdigste von diesen Thieren ist aber der von Adams an den Ufern der Lena entdeckte Elephant, dessen Fleisch noch so gut erhalten war, dass Hunde damit genährt wurden.

Die Geschichte dieses höchst interessanten Fundes ist folgende: Im Jahr 1799 bemerkte ein Tungusischer Fischer am Ufer des Eismeeres, nahe bei der Mündung der Lena, eine ungeheure Masse mitten im Eise. Er erkannte nicht, was es war. Gegen Ende des folgenden Sommers war die eine Seite des Thieres und einer von den Zähnen von Eis entblösst. Erst im fünften Jahre nachher, da die Eismassen schneller als sonst weggeschmolzen waren, kam die ungeheure Masse ganz zum Vorschein. Der Fischer nahm im März 1804 die Zähne weg, welche er für fünfzig Rubel verkaufte. Bei dieser Gelegenheit wurde eine grobe Zeichnung von dem Thiere gemacht, die mehrfach copirt und so verbreitet worden ist. Zwei Jahre darauf, sieben Jahre nach der Entdeckung, wurde Adams von der Begebenheit unterrichtet, damals Adjunct der Petersburger Academie und Begleiter des Grafen Golovkin, welcher als russischer Gesandter nach China geschickt wurde. Adams begab sich sogleich an Ort und Stelle, fand aber das Thier

*) Entdeckungsreise in der Südsee und nach der Beeringsstrasse. Weimar 1821.

**) Vergleiche: Buckland, on the occurence of the Remains of Elephants and other quadrupes in the clifts of frozen mud, in Eschscholz-Bay, als Anhang zur Reise des Cap. Beechey.

***) Cuvier, recherches sur les ossements fossiles, Bd. 1,

schon sehr beschädigt. Die Jakuten aus der Nachbarschaft hatten das Fleisch weggenommen und ihre Hunde damit gefüttert. Wilde Thiere hatten auch davon verzehrt. Das Gerippe war indessen, mit Ausnahme eines Vorderfusses, unversehrt erhalten. Die Wirbelsäule, ein Schulterblatt, das Becken und Theile von drei Füssen hafteten noch durch Bänder an der Haut. Das fehlende Schulterblatt lag in einiger Entfernung. Der Kopf war mit einer trockenen Haut überzogen. Eines von den Ohren war mit einem Büschel Haare bedeckt; man erkannte selbst den Augapfel. Das Hirn lag in dem Schädel, war aber ausgetrocknet; die Unterlippe war zernagt, die Oberlippe verschwunden, so dass die Kiefer deutlich sichtbar waren. Am Hals hingen lange Mähnen herab. Die Haut war mit schwarzen Haaren und einer röthlichen Wolle überzogen. Was von der Haut übrig geblieben war, hatte ein solches Gewicht, dass zehn Mann es kaum tragen konnten. Man fand auch mehr als 30 Pfund Wolle und Haare, welche die Eisbären in den Boden vergraben hatten, als sie das Fleisch verzehrten. Das Thier war männlichen Geschlechts. Seine (Stoss-) Zähne waren über 9 Fuss lang. Der Kopf wog über 400 Pfund. Adams verwandte die grösste Sorgfalt darauf, alle Ueberreste dieses wunderbaren Zeugen einer früheren Schöpfung zusammenzutragen. Später kaufte er die Zähne in Jakutsk. Der Kaiser von Russland, welcher dieses kostbare Stück für 8000 Rubel ankaufte, hat es in der Petersburger Academie aufstellen lassen. S. Cuvier, Recherches sur les Ossemens fossiles. Bd. I. p. 146. Pallas berichtet, dass 1771 an der Mündung des Wiluiflusses in die Lena, 150 Stunden vom Eismeer entfernt, in 66° N. Br. ein vollständiger Cadaver des ausgestorbenen Rhinoceros tichorinus gefunden worden sei. Pallas', Reisen Bd. III. und Com. Acad. Petrop. Bd. XIII. und Bd. XVII.

Dass die in Eis eingehüllten Thierreste so gut erhalten, selbst noch mit Muskelfleisch und anderen weichen Theilen bekleidet sind, kann nicht befremden; dagegen ist das Vorkommen von Arten solcher Thiergeschlechter, die heute nur in den warmen und tropischen Gegenden leben, in dem Boden und Eis der kältesten Polargegenden eine höchst auffallende Thatsache, welche ein grosses geologisches Interesse hat. Das vortrefflich erhaltene Elfenbein des sibirischen, im Boden begrabenen Elephanten (Mammuth) ist ein ganz bedeutender Handelsartikel und es bietet die wichtige geologische Erscheinung somit auch ein practisches Interesse dar.

Es sind im Norden von Europa, Asien und America eine Menge von Localitäten bekannt, wo im Schuttland, Bodeneis oder in reineren Eismassen fossile Knochen der genannten Pachydermen eingeschlossen sind, ja man hat Elephantenknochen

selbst auf der Höhe des Urals im dort aufgelagerten Schuttland gefunden. Aus der guten Erhaltung einzelner dieser Thiere, mit Fleisch, Haut und Haaren, hat man den Schluss gezogen, dass sie einst dort gelebt haben, verbreitet gewesen und bei einer geologischen Revolution, Erhebung von Gebirgsketten oder bei einer plötzlich eingetretenen Erkältung jener früher milderen Gegenden getödtet worden sind. Diese Ansicht, von einem der grössten Naturforscher vorgetragen, die je gelebt haben, von Cuvier, in seinen berühmten Recherches sur les Ossemens fossiles dargelegt, fand jene allgemeine Annahme, die nur eine so grosse Autorität derselben verschaffen konnte. Cuvier sagt: „Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Elephanten, von welchen diese fossilen Knochen stammen, das Land bewohnten, wo man jetzt ihre Ueberbleibsel findet.

„Sie können nur durch eine Revolution, welche alle damals lebenden Individuen zu Grunde richtete, oder durch eine Veränderung des Klimas, welche ihre Fortpflanzung hinderte, von der Erde vertilgt worden sein.

„Welche Ursache sie auch vernichtete, es muss eine plötzliche gewesen sein.

„Die trefflich erhaltenen Knochen und Elfenbeine der sibirischen Ebene verdanken ihre Erhaltung der Kälte, wodurch sie vor der Einwirkung der Elemente geschützt wurden. Wäre diese Kälte langsam und allmählig eingetreten, so hätten diese Knochen und noch mehr die weichen Theile, von welchen man sie umgeben findet, Zeit gehabt, sich zu zersetzen und zu faulen, wie die, welche man in den gemässigten und heissen Zonen findet.

„Ein ganzer Leichnam, wie der, welchen Adams entdeckt hat, wäre nicht mit Fell und Fleisch ohne Verderbniss erhalten worden, wenn er nicht unmittelbar von Eis, welches seine Zersetzung hinderte, eingehüllt worden wäre.

„Demnach fallen alle Hypothesen einer allmähligen Erkältung der Erde, einer durch ihre Neigung oder veränderte Axenstellung bedingten langsamen Veränderung der Erdtemperatur von selbst dahin.“

Eine so plötzliche Erlkätung eines grossen, sehr ausgedehnten Erdstrichs kann jedoch aus keiner uns bekannten Ursache abgeleitet werden; sie macht die Annahme einer einstigen Störung der Weltordnung nöthig, für welche wir nirgendwo eine

Bestätigung finden. Eine nähere Betrachtung aller Verhältnisse der wichtigen geologischen Thatsache, gestützt auf neuere, umfassendere Beobachtungen über die zoologischen Charaktere jener Thiere, so wie über die geographische Verbreitung der Thiergeschlechter, führt uns zu der Ueberzeugung, dass zur Erklärung der auffallenden Erscheinung keine plötzliche Temperaturerniedrigung nothwendig sei.

Jene Thiere gehören zwar Geschlechtern an, deren Arten in den warmen und tropischen Ländern wohnen; sie unterscheiden sich aber durch verschiedene Merkmale von denselben, z. B. der Elephant durch einen stumpferen Unterkiefer, durch dünnere Blättergefüge der Mahlzähne und ihre weniger gewundene Zeichnung, durch eine nicht nackte, sondern mit einer dichten Haarbekleidung versehene Haut, bei der dreierlei Haare unter einander liegen; das Rhinoceros durch zwei Hörner, einen mehr in die Länge gezogenen Kopf mit einer knöchernen Nasenscheidewand. Diese Thiere waren wohl fähig, kältere Gegenden zu bewohnen, als die heute noch lebenden Arten. Aber auch heute noch leben auf der kälteren Hemisphäre, am Cap, unter 32° S. Br. der Elephant, das Nashorn, das Flusspferd und die Hyäne beisammen. Der wilde asiatische Elephant geht von Delhi aus nordwärts und in die Höhe bis auf das Gebirge, worauf Nahun unter 31° N. Br. 4000 Fuss über dem Meere liegt *).

Von dem geographischen Aufenthalt einiger Arten eines Thiergeschlechts darf man niemals auf den der übrigen schliessen, wie es das *Rennthier* zeigt, im Gegensatz zu den übrigen *Hirschen*. Das gilt selbst von verschiedenen Raçen derselben Thierart. Bekanntlich ist der *Haushund* über die ganze Erdoberfläche verbreitet und insbesondere auch über Indien; nie hat man aber den *Hund* von Terra nova in Indien fortkommen sehen. Nebst dem *Hirsch* und dem *Hund* sind auch der *Bär* und der *Ochs* durch alle Zonen verbreitet. Ein *Tiger* wandert aus Centralasien heute noch bis nach Sibirien und in die Gegend von Schlangenberg am Ostabfall des Altai, woselbst wiederholt mächtig grosse, dem Königstiger gleichkommende Exemplare erlegt worden sind. Aehnliches zeigen in America der *Jaguar*,

*) R. Everest, über das Klima, worin die fossile Elephantenart gelebt hat. Jahrb. f. Min. 1837, S. 64.

der bis zum 42° S. Br., der *Cuguar* (Felis concolor) und der *Kolibri*, die bis zum 53° S. Br. wandern, bis in die Gegenden der Magellan-Strasse. Im Süden des Altai sieht man im Sommer den Königstiger, das Elennthier, den Panther und das Rennthier wandern, Thiere, deren gewöhnliche Wohnorte das entgegengesetzteste Klima haben *). Angenommen, diese Thiere seien in früherer Zeit hier zu Grunde gegangen, so würde man bei späterer Auffindung der Skelette von Thieren, die, obgleich aus so entgegengesetzten Klimaten abstammend, möglicherweise doch sehr nahe beisammen liegen können, ohne Kenntniss der Wanderungsverhältnisse der Thiere, auch zu der irrigen Ansicht geführt, dass die Gegenden, in welchen die Reste liegen, grosse klimatische Veränderungen erlitten haben müssen.

Da die Zahl der fossilen Elephantenreste in Sibirien ausserordentlich gross ist, so führt man als Einwand gegen die Annahme, dass die Thiere, von welchen sie herrühren, meist dort gelebt haben, die Dürftigkeit der sibirischen Vegetation an, welche nicht die erforderliche Nahrung habe bieten können. Allein man wird doch zugeben müssen, dass die grosse Zahl Elephanten dort nicht gleichzeitig gelebt habe und dass ihre Reste ganz allmählig im Verlaufe von Jahrtausenden begraben worden sind **). Der Boden Sibiriens ist im Sommer keineswegs so unergiebig, dass er Herbivoren nicht hinlängliche Nahrung darböte. Es wurzeln selbst da, wo der Boden in einer gewissen Tiefe unausgesetzt gefroren bleibt, in seinen oberen Lagen grosse Bäume, da diese im Sommer auf 2 bis 16 Fuss Tiefe aufthauen. Um Jakutzk wird selbst ein ergiebiger Fruchtbau und eine blühende Viehzucht betrieben, Lerchenwaldungen bedecken die Bergabhänge bis zu einer Höhe von 2400 Fuss über der See ***), obgleich die Mitteltemperatur des Ortes — $7\frac{1}{2}$° C. beträgt und der Boden mehrere Hundert Fuss tief gefroren ist. Obgleich Jakutzk viel südlicher liegt, als jene Küsten des *Eismeers*, deren Boden so reich an Elephantenresten ist, so liegt es doch beinahe unter derselben Isotherme.

*) A. v. Humboldt, Asie centrale T. I. p. 339—342, T. III. p. 96—102.

**) H. G. Bronn im Jahrb. f. Min. 1842, S. 72 ff.

***) Erman, Archiv für wissenschaftliche Kunde von Russland, Einleitung.

Dies Vorhandensein hinreichender Nahrung und die Fähigkeit der Acclimatisirung der Thiere warmer Länder an die Kälte des Nordens wird auch dadurch bewiesen, dass der Tunguse das Kameel der heissen Wüste dem Rennthier der nordischen Eisgegenden als Hausthier beigesellt. Fanden die Thiere im Winter nicht hinreichende Nahrung, so konnten sie südwärts wandern, wie es heute so viele andere Säugethiere thun, die Eisbären des Polarmeers, in America die Landbären und in grossen Schaaren die Eichhörnchen (Sciurus Carolinianus) vom Norden bis herab nach Kentucky *), in Scandinavien die Lemmings (Georychus Lemnus), welche von den Gebirgen Norwegens und Lapplands in Zügen von Tausenden vor dem Eintritt des Winters westwärts ans Meer und ostwärts bis zum Bothnischen Meerbusen wandern. So konnten auch die Elephanten wandern, die ja als weit umherschweifende Thiere bekannt sind.

Ihre gute Erhaltung in den Eismassen ist nicht auffallend und wie sie dahin gelangt sind, wohl zu begreifen, ohne dass man zu einer plötzlich hereinbrechenden Kälte seine Zuflucht nimmt, wenn man die Beobachtungen liest **), wornach in gewissen Gegenden Sibiriens Anhäufungen von Knochen und Baumstämmen liegen, die nur die Wirkung von Wasserströmen sein können. Die Cadaver der wenigen Elephanten, die mit Fleisch, Haut und Haaren im Eis eingefroren waren, können leicht aus den für sie bewohnbaren Gegenden durch Ueberschwemmungen reissender Flüsse erfasst und bis zum Eismeer fortgeführt worden sein. Für eine solche Fortführung der Elephantenkörper spricht auch ihr reichliches Vorkommen an oder gegenüber den Mündungen der Flüsse. S. oben S. 629.

Die Art, wie die Reste vorherrschend in Schutt-, Sand- und Lehmmassen eingeschlossen sind, lässt sich auf eine andere naturgemässe Weise mit Berücksichtigung der eigenthümlichen Beschaffenheit des Landes erklären, wie es Bronn ***) gethan hat. Er sagt: „Gesetzt, es gingen *jetzt* durch grosse Ueberschwemmungen, durch Versinken in Sümpfe u. dgl. solche Thiere im Laufe des Sommers dort zu Grunde (wie man bekanntlich

*) Michaux, Voyage à l'ouest des monts Alleghanys, Paris 1804, p. 189.

**) A. v. Humboldt, Asie centrale T. III. S. 101 und 102.

***) Jahrb. f. Min. 1842, S. 73.

in Grossbritanien und Nordamerica sowohl die Hirsche mit dem Riesengeweihe als Elephanten in solcher Stellung und Erhaltung des Skeletts im Boden gefunden hat, dass sie offenbar in Sümpfen und Mooren versunken sein müssen), und sinken sie in diesen Gewässern bis zur grössten Tiefe ein, bis zu welcher der Boden in der Mitte des Sommers aufthaut: so würden sie durch den Aufenthalt im Wasser in der Temperatur des Frostpunkts, das nach wenigen Wochen wieder gefriert, nicht wohl in Verwesung übergehen können. Thaut in einem folgenden Sommer der Boden einmal tiefer auf, so würde die Folge davon sein, dass sie jetzt auch tiefer einsänken und dann um so geschützter gegen Verwesung in folgenden Jahren lägen. Würden sie endlich, vielleicht durch das Ereigniss selbst, welches ihren Untergang herbeiführte, mit Sand und Schlamm überschüttet und dadurch der Boden über ihnen erhöht, so müsste gerade hierdurch die aufthauende Lage weiter von ihnen in die Höhe gerückt und die immer gefroren bleibende Schicht stärker werden; dadurch wären aber die verschütteten Thiere für immer gegen Verwesung geschützt." Eine solche Ueberschüttung grosser Länderstrecken konnte nur die Folge eines grossen allgemeinen Ereignisses, es konnte die Folge der *Senkung* des *nördlichen Europas* sein, wodurch das frühere kältere Klima herbeigeführt und Nordeuropa dem Einfluss des Polarstroms und der Gewässer des Eismeers ausgesetzt war. S. S. 537 *). Es ist wahrscheinlich, dass die Senkung schnell eintrat, da das Holz der untermeerischen Wälder jener Gegenden so gut erhalten ist und dadurch wurden auch die Thierreste vor Verwesung geschützt. Dass die Erkältung jener Gegenden anhaltend durch einen längeren Zeitraum fortdauerte, das beweisen die mehrfachen wechselnden Lagen von Schutt, reinem Sand und von Eis, das mit Sand vermengt ist, die in grosser Mächtigkeit weit verbreitet liegen und von Nordsibirischen Flussbetten tief durchschnitten sind **).

Enorme und wohl die ausgedehntesten Eismassen, welche irgend ein Land der Welt bedecken, liegen auf *Island*. Die

*) Forchhammer, über die Bestandtheile des Meerwassers, seine Strömungen und deren Einfluss auf das Klima der Küsten von Nord-Europa 1846.

**) A. v. Humboldt, im Jahrb. f. Min. 1833.

auf dem *Klofa-Yökul* und den Nachbarbergen liegenden Gletscher sollen eine Fläche von 3000 Meilen (Engl.) einnehmen und das Eisfeld von *Yustedal* 1000 Fuss tiefe Spalten zeigen *).

Im *Süden* erreichen die Gletscher schon in weit geringerer Breite als im *Norden* das Meer. Nach Darwin's Beobachtungen **) erreichen sie dasselbe in Patagonien schon bei 46°, 40′ südlicher Breite, was ungefähr der Breite von Genf entspricht. Von den mächtigen, mit Schutt und Felsblöcken beladenen Eismassen der Gletscher des Feuerlandes lösen sich am Meeresufer grosse Partieen ab, die, von Strömungen als Eisberge fortgetrieben, nordwärts nach wärmeren Gegenden schwimmen und hier an den Ufern den Rest des Schutts und der Blöcke absetzen, die während des durchlaufenen Weges nicht auf den Boden des Meeres gefallen sind. Dies erklärt das Vorkommen der vielen zerstreuten Blöcke in Ländern ausserhalb des südlichen Wendekreises.

In *früheren* Zeiten war nicht nur die *Ausdehnung* der Gletscher an den Orten, wo wir sie heute noch sehen, viel grösser, sondern es lagen damals auch an sehr vielen Orten Gletscher, an denen wir jetzt keine Eismassen mehr sehen. Die untrüglichen Zeichen dieser einstigen grösseren Ausdehnung sowohl, als des damaligen Vorkommens an sehr vielen, jetzt gänzlich von Eis befreiten Stellen sind: *alte Morainen*, *zerstreute* und *aufgepflanzte Blöcke, Schliffflächen* mit *Streifen* und *Furchen*, *Rundhöcker*, *buckelförmige zugerundete* Felsen.

Bei der unabweisbaren Annahme der früher *grösseren Ausdehnung* und *Verbreitung* der Gletscher ist es durchaus nicht geboten, sehr weit und bis auf die vorgeschichtlichen Zeiten zurückzugehen. Damals, als der ganze nordwestliche Theil Europas ein *kälteres* Klima hatte, indem *vor* dem Durchbruch des *Canals*, *vor* der *Cimbrischen Fluth*, das arktische Meer im Norden von Russland seine eisigen Gewässer in die Ostsee und Nordsee sendete und ein Polarstrom Massen von Treibeis bis spät in den Sommer dahin führte (S. 538), konnte die mittlere

*) Bomare in Munke's Physik, Bd. II., S. 366—367.

**) Coral reefs, London 1842, und Dieffenbach's Uebersetzung von Darwin's naturhistorischen Reisen 1844. Vergleiche auch: J. C. Ross, Entdeckungsreise nach dem Südpolarmeere in den Jahren 1839—1843. Uebersetzung von J. Seybt, Leipzig 1847.

Temperatur von Nordeuropa, selbst in seinen südlichsten Theilen, nicht halb so hoch sein, als gegenwärtig. Schon auf Höhen von 2500 bis 3000 Fuss lag bei dieser Verminderung der mittleren Jahreswärme im *südlichen* Deutschland *bleibender Schnee* und mussten sich *Gletscher* bilden, die weit in die Thäler herabrückten. Der Jura, der Schwarzwald, die Vogesen hatten in dieser Zeit vergletscherte Thäler, und die Gletscher der Alpen mussten zu einer ungeheuern Ausdehnung gelangen. Die Beweise einer längeren Dauer eines einstigen viel kälteren Klimas sind zahlreich und schon oben, S. 538 und 539, angeführt worden.

Alte Morainen sind in vielen Alpenthälern vorhanden und durch Anordnung, Form und Zusammensetzung erkennbar. S. 604. Bezeichnend für die ehemaligen Grenzen eines Gletschers sind vorzüglich die *Endmorainen*, welche als Wälle oder Dämme in den Thälern liegen und leicht von den durch Gewässer zusammengeführten und abgesetzten Trümmerhaufen und Schuttmassen unterschieden werden können. Die *Seitenmorainen* oder ehemaligen Gandecken geben sich durch Trümmer und Blöcke zu erkennen, welche, den Thalwänden entlang gereiht, im Thalgrund meist ausser dem Bereiche der Bäche liegen.

Was man *aufgepflanzte Blöcke* nennt, sind theils einzelne Blöcke, theils Anhäufungen von Blöcken in den auffallendsten Stellungen, auf Spitzen und Gräten von Felsen. Sie stehen nicht selten auf ihrer schmalsten Seite, oder nur auf einer Kante, in einer Stellung, dass man bei ihrem Anblick glaubt, man könne mit geringer Anstrengung die ganze Masse umwerfen und von der Höhe hinabrollen. Unwillkürlich drängt sich die Frage auf: welche Kraft mag wohl diese Blöcke hierher gebracht und in so kühnem Bau aufgepflanzt haben? Wasserströme können es nicht gewesen sein; nur eine ruhig wirkende und gleichmässig abgewogene Kraft kann Solches hervorbringen. Wenn man Blöcke in so auffallenden Stellungen an Orten sieht, welche *Gletscher* kaum verlassen haben, dann erkennt man diese als die Ursache der Erscheinung und überzeugt sich, dass sie es sind, die solche Zeugen einer ruhig wirkenden Kraft von dem Hintergrunde der Alpenthäler bis an ihre entferntesten Grenzen gesetzt haben *).

Wo aus den Eismassen der Gletscher einzelne Felsspitzen

*) Agassiz, Untersuchungen über die Gletscher, S. 222 und 229.

oder Kämme hervorragen, von allen Seiten von Eis umgeben, da schmilzt es durch die Reflexion der Wärmestrahlen rund um sie her ab, ganz so, wie an den Gletscherseiten, welche der Einwirkung der Thalwände ausgesetzt sind. Es bildet sich dabei ein trichterförmiger leerer Raum um den Felsen, in welchen von den Morainen Blöcke fallen, die sich auf dem Felsen oft in einem Kranze um denselben aufpflanzen und in den auffallendsten Stellungen liegen bleiben, wenn sich der Gletscher zurückzieht.

Die *Schliffflächen* mit *Streifen* und *Furchen*, so ausgezeichnet durch ihre Politur, zeigen sich an den Wänden aller ehemaligen Gletscherthäler, sowie auf dem Boden, auf welchem einst ein Gletscher ruhte und über welchen er sich bewegt hat. Diese Eisschliffe sind durch ihre ebenen, glänzenden, gestreiften Flächen ausgezeichnet, wobei sich alle hervorragenden Theile abgerundet zeigen. Sehr verschieden davon sind die Wasserschliffe, deren Flächen matt, uneben, häufig löcherig erscheinen und bei welchen zwischen vorstehenden Ecken und Kanten Aushöhlungen liegen und niemals Streifen vorhanden sind.

Rundhöcker und *buckelförmig zugerundete Felsen* zeigen sich überall in den Thälern, wo einst ein Gletscher war und so weit sein Eis mit den Felsen in Berührung stand. Man sieht daher in einer gewissen Höhe an den Thalwänden diese zugerundeten Formen nicht mehr. Sie sind höchst charakteristisch und leicht erkennbar auch an solchen Gesteinen, deren Verwitterbarkeit oder verhältnissmässig weiche Beschaffenheit die Furchen und Ritzen nicht mehr erkennen lässt.

Die ungeheuere Ausdehnung der Alpengletscher hat zuerst VENETZ schlagend nachgewiesen, und er ist es, dem wir die erste wissenschaftliche Begründung der interessanten Thatsache verdanken; die Anregung zum Aufsuchen derselben auch in anderen Gebirgen *).

In den meisten Thälern der Hochalpen, in deren Hintergrund jetzt noch Gletscher liegen, und in vielen, wo sie heute ganz verschwunden sind, finden sich die angeführten Kennzeichen der früheren grösseren Ausdehnung der Gletscher. Namentlich erkennt man in vielen Thälern alte Morainen. Schon SAUSSURE

*) Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. 1833.

erkannte den Steinwall bei der Kapelle von Tines, eine halbe Stunde vom Glacier des Bois, als eine alte Moraine. In den Seitenthälern des Wallis findet man sie überall; manche Dörfer stehen darauf. Die Dörfer Ried, Bodmen und Halten in Oberwallis sind auf einer alten Moraine des Vieschergletschers erbaut, der jetzt mehr als 12000 Fuss davon entfernt ist. Im Oberhasli liegen bei Im Boden alte Morainen, mehrere Stunden von den nächsten heutigen Gletschern entfernt. Besonders ausgezeichnet ist die grosse Moraine von Kandersteg, dem Wirthshaus gegenüber, vom Oeschinengletscher über eine Stunde abliegend. Sie lehnt sich in Form eines ungeheuern Halbmondes an den First an; von ihrem doppelten mittleren Kamme gehen mehrere concentrische Flügel aus, und ihr steiler Absturz, von welchem beständig Sand- und Schlammbäche abströmen, ist jetzt gegen Kandersteg. Wir können aus der Lage dieser Morainen schliessen, dass in früherer Zeit die ganze obere Hälfte des Thals bis zum heutigen Wirthshaus hinab übergletschert und der Gemmipass von Eismassen überdeckt war *).

Alte Seitenmorainen haben sich vorzüglich an Thalwänden erhalten, die eine schwache Neigung haben oder terassenförmig abgestuft sind. Unter solchen Verhältnissen sieht man mehrere in sehr deutlichen Parallelreihen, eine über der anderen, an den Seiten des unteren Rhonethales, zwischen Martinach und dem Genfersee. Sie erheben sich 1000 und 1500 Fuss über die Rhone, und sind am leichtesten erreichbar zwischen St. Maurice und der Pissevache bei dem Weiler Chaux-fleuri. Ueber diesem Orte finden sich auch im Norden der Pissevache die schönsten Beispiele aufgepflanzter Blöcke; ferner über den Bädern von Lavey und bei dem Dorfe Morcles; im St. Nicolausthal in Oberwallis und im Hasli an dem Kirchet, wo sie um den Gipfel dieses Felsen einen Kranz bilden, und der somit früher aus den Eismassen hervorragte.

Am ausgedehntesten zeigen sich die *Felsenschliffe*. Man kann sie meistens aus dem Hintergrunde der Thäler bis weit hinab in dieselben verfolgen, und sieht sie gar oft an den Thalwänden in Höhen, welche die Gletscher seit Menschengedenken niemals erreicht haben. Die schönsten geschliffenen Felsflächen

*) Agassiz, Untersuchungen über die Gletscher, S. 228.

in deu Alpen sind nach Agassiz *) diejenigen, welche der Riffel über dem Zermattgletscher im St. Nicolausthal auf seiner ganzen Oberfläche zeigt. Im Rhonethal sieht man die schönsten nahe bei dem Wasserfall Pissevache über dem Dorfe Evionaz und bei Morcles, wo auch die Granitfelsen die Formen der Rundhöcker haben. Ausserordentlich deutlich sind auch die Eisschliffe im Oberhasli. Sie beginnen über und unter dem Unteraargletscher, wie auf seinen Seiten, setzen sich nach der Grimsel fort und durch das ganze Thal hinab bis Meyringen. Man sieht sie hier nicht nur auf dem Thalboden, sondern auch an den Gehängen, und zwar bis zu einer beträchtlichen Höhe. Am Abhange des Sidelhorns hat sie Agassiz bis zu 2500 Fuss über dem Thalboden gefunden; am Abschwung erheben sie sich zu einer noch bedeutenderen Höhe und mit dem Fernrohre kann man sie an allen erhabenen Kämmen, welche das Hasli einschliessen, in bedeutender Höhe erkennen. Die schönsten Beispiele geben die Helleplatte an der Handeck und die zugerundeten Kuppen des Thalgrundes über der Handeck.

Die ausserordentlich vielen Localitäten, welche Beweise des ehemaligen Vorhandenseins von Gletschern darbieten, und die Verhältnisse, unter welchen sie erscheinen, führen zu der Annahme, dass die Gletscher in früherer Zeit die Alpenthäler bis zu ihren Ausmündungen und bis zu bedeutenden Höhen über den Thalboden erfüllt haben. Damals musste die grösste Fläche der Alpen von einem ungeheuern Schnee- und Eismeer bedeckt sein, aus welchem nur die höchsten Spitzen hervorragten. Nach allen Seiten sendete dieses Eismeer durch die grossen Thäler Eisströme nach den schweizerischen und italienischen Ebenen hinab. Mächtig ausgedehnt waren in den Höhen die Firnfelder und von diesen die oberen Theile der Thäler eingenommen; von den Eismassen nur die unteren Theile. Wir müssen annehmen, dass die colossalen Gletscher bei ihrem Austritt in die Ebenen sich fächerförmig ausbreiteten, da es heute noch alle Gletscher thun, die aus einem engen Thale in eine Ausweitung vorrücken. Die darauf liegenden Blöcke verbreiteten sich dabei zu einer zerstreuten Blockdecke, und daher sieht man in den Ebenen statt alter Endmorainen nur zerstreute Blöcke liegen.

*) A. a. O. S. 232.

Lith. 435 h

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE

zum Gebrauche

BEI SEINEN VORLESUNGEN

und zum

SELBSTSTUDIUM

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden

entworfen von

Dr. Friedr. Aug. Walchner,

Grossherzoglichem Bergrathe, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Mit Steindrucktafeln und Holzschnitten.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Fünfte Lieferung.

Karlsruhe,

Druck und Verlag von Christian Theodor Groos.

1850.

Auch in den Thälern der *Pyrenäen* sieht man allenthalben Schliffflächen, Rundhöcker, alte Morainen als Beweise der einstigen grossen Ausdehnung der Gletscher dieses Gebirges, die heute sich nur als Miniaturgletscher zeigen. S. 617. M. Braun*) hat dieselben in vielen Thälern nachgewiesen. Von den südlichen Thälern zeichnen sich besonders das Thal von *Venasque* und das *Gistain*-Thal aus. Im ersteren Thal sieht man herrliche Eisschliffe oberhalb des *Hospitalet.* Am linken Thalgehänge beobachtet man die Schliffe und die darauf umhergestreuten Blöcke bis zu einer ziemlichen Höhe. Auch liegen hier einzelne alte Morainen. Thalabwärts lassen sich die Gletscherspuren verfolgen, bis dahin, wo die Blöcke zwischen *Venasque* und *St. Pedro* in dem erweiterten Thal mit den durch Wasser zusammengeführten Schuttmassen sich vermengen. Im *Gistain*-Thal sieht man oberhalb *St. Juan*, rings um das sogenannte Hospice d'Arragon überraschend schöne Schliffe an den Felsen des rothen Sandsteins (unserem Schwarzwälder *Bunten Sandstein* analog), mit wohl erhaltenen Streifen und Ritzen, und darauf viele zerstreute Blöcke. Auch die nördlichen Pyrenäenthäler zeigen dieselben Erscheinungen, *Vallée d'Aure*, Vallée de *Luchon,* de l'Arriège und andere. Ueberall sind die Felsen der Gehänge bis zu einer bedeutenden Höhe abgerundet, die von den umgebenden Ketten abstammenden Blöcke, gross und klein unter einander gemengt, meist eckig, liegen theils zerstreut, theils in Morainen vereinigt im Thalgrunde und an den Gehängen. In den östlichen Pyrenäen gingen grosse Gletscher von der Hochebene des Col de la Perche und vom Canigou aus. Am Ausgang aller Pyrenäenthäler fand M. Braun die letzten Gletscherspuren, zerstreute Blöcke, mit den durch Wasser angehäuften Schuttmassen vermengt. Auch hat er nirgends Findlinge pyrenäischer Blöcke auf den gegen Süden gekehrten Abhängen der *Corbières*, der *Montagne noir* u. s. w. gefunden **), was ein Beweis ist, dass die Pyrenäengletscher in derselben Periode, in welcher die Alpengletscher weit in die Ebenen vordrangen, sich nicht weiter, als bis in die Vorberge erstreckt haben. Dies entspricht der südlicheren Lage des Gebirges in einem milderen Klima, dessen Einfluss auch in jener Kälteperiode bestand.

*) Jahrb. f. Mineralogie 1843, S. 81.
**) Ebendaselbst S. 83.

Im *Jura* sind die Spuren alter Gletscher zahlreich. Die Schliffe heissen dort, wie es zuerst LEOPOLD v. BUCH angezeigt hat, bei den Bergbewohnern *Laves*, indem sie dieselben dem Wasser zuschreiben. SCHIMPER und AGASSIZ haben sie auf der ganzen Länge des Gebirges an seinem Südabhange beobachtet *). Zerstreute Blöcke auf den südlichen, den Alpen zugekehrten Gehängen des Jura, so weit die Felsen polirt sind und genau bis in die Höhe, bis zu welcher die Politur geht, liefern in dieser engen Verbindung mit dem Auftreten der Schliffe den unumstösslichen Beweis, dass hier, wie in den Alpen, einst Gletscher gewirkt haben. Wenn wir aber selbst noch im weiten Thal zwischen den Alpen und dem Jura in der ebenen Schweiz überall Blöcke alpinischer Abkunft zerstreut und sie bis auf die Höhen der Molasseberge liegen sehen, wenn wir sogar auf dem Gipfel des *Pelerin*, der über Vevey bis zu einer Höhe von 3301 franz. Fuss ansteigt, deutliche Eisschliffe mit Ritzen und Streifen auf den Felsen einer harten Nagelfluhe finden, und bei Bern eine grosse alte Moraine, das Hüfeli genannt **): dann fühlen wir uns zu der Annahme hingezogen, dass in jener Periode des kälteren Klimas von Europa auch die äussere Schweiz bis zum Jura, wie dieser selbst von Eis bedeckt war. Im Beginn jener Zeit waren der Genfersee und die anderen Seen am Fusse der Alpen zugefroren. Dies kann nicht bezweifelt werden; man muss selbst annehmen, dass ihre Eisdecke bald eine ausserordentliche Stärke hatte. Eine nothwendige Folge davon war die Erniedrigung der Temperatur in ihren Umgebungen während der Sommermonate, welche die Eisbildung in dem Thal der äusseren Schweiz begünstigte.

In den *Vogesen* wiess zuerst RENOIR ***) die Spuren alter Gletscher nach. HOGARD †) bestätigte seine Angaben, theilte

*) AGASSIZ, Discours, actes de la société helvetique des sciences naturelles. Neuchatel 1837. SCHIMPER ebendaselbst: über die Eiszeit S. 38 u. ff. und AGASSIZ, Untersuchungen über die Gletscher S. 269.

**) BLANCHET im Discours von AGASSIZ p. XVI. VOGT, Geologie I. S. 124.

***) Bulletin de la société géologique de France, t. XI. p. 49.

†) Observations sur les moraines et sur les dépots de transport ou de comblement des Vosges, in den Annales de la société d'émulation du dép. des Vosges 1842, t. IV. cah. III. p. 524.

zahlreiche werthvolle Beobachtungen mit, und COLLOMB *) endlich lieferte eine ausführliche Beschreibung der Reste und Wirkungen der einstigen Gletscher in den Hauptthälern der Süd-Vogesen. Die mehrsten Thäler dieses Gebirges zeigen alte Morainen und zerstreute Blöcke an den Gehängen. Ganz besonders zeichnen sich dadurch das Amarinenthal, das Moselthal, das Gerardemerthal und Vallée de Chajoux aus. Mehrfach hinter einander sieht man in diesen Thälern die Morainen aus Sand, kleineren und grösseren Trümmern und Blöcken ordnungslos zusammengesetzt, theils wie bogenförmige Dämme den Thalgrund schliessen, theils in der Mitte für den Durchgang der Gewässer geöffnet und mit den Flügeln an den Fuss der Gehänge anstossen. Im Thal de Chajoux, in welchem der Lispacher See liegt, folgen von diesem an bis herab nach Labresse nicht weniger als fünfzehn Morainen unter einander. Die von HOGARD gezeichnete Ansicht dieses Thals ist auf Taf. VIII. durch Fig. 3 gegeben. Wo die Morainen dem Andrang des Wassers widerstanden, da haben sie die Bildung von *Seen* veranlasst, von welchen viele heute noch vorhanden, wie der eben genannte *Lispacher* See, sodann der *Longemer-*, der *Gerardemer-*See, der lac *de Fondromè* und andere; die meisten aber sind nach und nach eingetrocknet, oder in *Torfmoore* umgewandelt, je nachdem ein allmähliger gänzlicher Abfluss der Gewässer stattfand oder ein Rest derselben stehen blieb. Diese Seedämme bestehen aus den Gesteinen des Hintergrundes und der oberhalb derselben liegenden Gehänge der Thäler, erheben sich mehrere Meter über die Wasserfläche, fallen steil gegen diese und ganz allmählig nach Aussen ab und sind kreisförmig, mit gegen den See gekehrter Concavität. Solche Endmorainen sind von den Schutt- und Geröllanhäufungen der Gewässer, welcher Gestalt diese auch sein mögen, immer wohl zu unterscheiden.

Im *Schwarzwalde* sind die Beweise vom Vorhandensein ehemaliger Gletscher weniger deutlich vorhanden, als in den Vogesen, jedoch immer noch erkennbar. Sie zeigen sich am ausgezeichnetsten im *Wutach*-Thal, das vom Feldberg her in seinem ganzen oberen Theil von einem Gletscher eingenommen war. An den Abhängen liegen eine Menge zerstreuter Blöcke

*) Preuves de l'existence d'anciens glaciers dans les vallées des Vosges. Paris 1847.

und abgerundeter Steine, die aus dem Hintergrund des Thales abstammen. Der *Feldberg-See* (Feldsee), welcher in dem Kesselthal liegt, womit das Wutachthal beginnt, ist von einem grossen Wall abgeschlossen, der sich zu beiden Seiten an den Abhängen etwas in die Höhe zieht und ganz die Beschaffenheit einer Endmoraine hat. Ein zweiter See, weiter thalabwärts, der *Titi-See*, ist von einem ähnlichen Wall abgeschlossen, der quer über das Thal herüber liegt und für die Strasse benutzt ist. Längs der Seiten des Sees liegen zerstreute Blöcke an den Gneisabhängen bis zu einer Höhe von 150 Fuss über dem Seespiegel, die aus Granit bestehen, und im Hintergrund des Thales anstehen. Abgerundete und polirte Felsen sieht man an vielen Stellen. Das verwitterbare Gestein ist aber wohl die Ursache, dass Ritzen oder Furchen sich nicht erhalten haben. In vielen anderen Schwarzwaldthälern zeigen sich Erscheinungen, welche auf das ehemalige Vorhandensein von Gletschern in denselben hindeuten. Fromherz spricht sich (Geognostische Beobachtungen über die Geröllablagerungen des Schwarzwaldes, Freiburg 1842) entschieden gegen ein solches ehemaliges Gletschervorkommen im Schwarzwalde aus. Wenn aber, wie es unumstösslich bewiesen ist, die Vogesenthäler ehemals vergletschert waren, wird der Schwarzwald in derselben Zeit frei von Gletschern gewesen sein!

Auf den Britischen Inseln zeigen sich, besonders in Schottland und Wales, in den Hochthälern abgerundete Felsen, polirte Flächen mit Ritzen und Furchen, Ablagerungen von Schlamm, Kies und grossen Blöcken, die ordnungslos unter einander liegen und an vielen Stellen Wälle von grösstentheils abgerundeten und geglätteten Blöcken tragen. Die meisten schottischen und wälischen Berge sind in grosser Ausdehnung abgerundet und polirt und ebenso die irischen Höhen bis auf die Gipfel. In einigen Flussmündungen Schottlands, namentlich an der Mündung des Clyde, finden sich Ablagerungen von Schlamm und Sand, in welchen eine grosse Menge von Muscheln liegt, die jetzt in dem benachbarten Meere nicht mehr leben, und denjenigen Individuen entsprechen, welche an den Küsten des arktischen Meeres bei Spitzbergen, Grönland und Island, also in kälteren Breiten leben. Diese Ablagerung, welche die Engländer mit den erwähnten Schuttmassen unter dem Namen *Till* zusammenfassen, hat dasselbe Alter, wie die zerstreuten Blöcke

und alten Gletscherbildungen, und zeigt deutlich an, dass zur Zeit ihrer Bildung ein kälteres Klima an jenen Küsten war. S. 637.

In den nordischen Ländern, in Scandinavien, hatten zu dieser Zeit die Gletscher eine ausserordentliche Ausdehnung; MARTINS hat dies sehr gründlich nachgewiesen. (Réponse aux objections de M. Durocher, contre l'ancienne expension des glaciers de la Scandinavie, Bulletin de la Société géologique, t. III. p. 102.)

Eine merkwürdige Erscheinung, welche mit den Gletschern in Verbindung steht und sich auf Felsflächen zeigt, welche einst von Gletschereis bedeckt waren, sind die *Karrenfelder* (Lapies oder Lapiaz der Romanen). Sie finden sich nur in Kalkgebirgen, niemals auf krystallinischen Gesteinen. Es sind Rinnen, eine an der andern, in der Richtung des grössten Falls der Felsenfläche, in dieser ausgehölt, häufig gewunden, mehrere Zolle tief und oft canalförmig, wobei die der Oberfläche zugekehrte dünne Wand des Canals im Ganzen offen, stellenweise aber mehr oder weniger geschlossen und an den Rändern scharf wie ein Beil ist. Diese gefurchten, zerschnittenen Felsflächen haben ein ganz eigenthümliches Ansehen. Ich kenne im Hochgebirge nichts Oederes und Traurigeres, als diese *Karrenfelder*, die ich zum erstenmal im Kalkgebirge Appenzells, am Südfuss des Altenmanns gesehen habe. Nackt, öde, aus den Höhlungen eine unerträgliche Hitze ausstrahlend, von scharfen Kämmen längs der Rinnen eingesäumt, setzen diese düsteren, wasserleeren, zerschnittenen und zerfurchten Felsen dem Ueberschreiten grosse Hindernisse entgegen, die man nicht ohne Gefahr überwindet. Sie sind das Resultat der Wirkung von Wassern, die unter einem Gletscher während Tausenden von Jahren mit Sand und kleinen Steinen auf die geneigten Kalkflächen eine auswaschende und ausreibende Kraft ausgeübt haben.

Der Züricher Physiker SELLER hat in der neuesten Zeit die *Karrenfelder* am genauesten untersucht (Bemerkungen über die *Karren* in den Kalkgebirgen, im Neujahrsblatt der züricher naturforschenden Gesellschaft für 1840) und sie in den Alpen an zahlreichen Stellen nachgewiesen *). Auf der vielbesuchten

*) In der östlichen Schweiz am Säntisstock (Altemann), an den Kuhfirsten (oberhalb Annon), am Kerenzerberg, Rieselstock, auf der Karren-

Scheideck zwischen Meyringen und Grindelwald sieht man viele Spuren davon, am schönsten aber auf der kleinen isolirten Kuppe in der Nähe von Meyringen, das *Kirchet* genannt. Der Gipfel ist von einem Kranz aufgepflanzter Blöcke umgeben und überall von *Karren* durchfurcht.

Von diesen sind die *Schratten* wohl zu unterscheiden, im Allgemeinen diesen ähnlich, aber ohne alle direkte Beziehung zu Gletschern. Ihre bizarren Gestalten entstehen, wenn Kalkfelsen von vielen Spalten durchsetzt sind, die das Wasser durch sie niedergehen lassen und davon mehr oder weniger ausgerieben oder aufgelöst werden. Die Spalten werden dadurch erweitert und das Gestein dazwischen nimmt dann Formen an, die an Gletschernadeln erinnern. Bald stellen sie grosse scharfe Kämme dar, bald ungeheure Keulen oder Lanzen. Diese auffallenden Gestalten zeigen sich vorzüglich bei einem eigenthümlichen Kalkstein der östlichen Alpen, der darnach den Namen *Schratten*-Kalk erhalten hat und im Canton Appenzell, Schwyz und Glarus sehr entwickelt ist.

Die *Löcher*, welche man nicht selten in Kalksteinfelsen antrifft, deren Oberfläche beinahe horizontal und in solcher Lage ist, dass darauf von keinem höheren Punkte der Thalwände Wasser herabstürzen konnte, rühren von der Einwirkung von Bächen her, die sich durch einen Gletscher hinab bis auf seine Unterlage stürzten. Es ist unverkennbar, dass auf dergestalt vertical ausgehöhlten Felsflächen ehemals ein Gletscher geruht hat. Man sieht sie hie und da in der unmittelbaren Nähe der Karrenfelder.

Während der Periode des kälteren Klimas fiel in den Sommermonaten ohne Zweifel eine grössere Regenmenge, indem der in der warmen Luft des Südens aufgelöste Wasserdampf, wenn diese über das kalte Land Nordeuropas hinzog, verdichtet wurde. Dadurch sowohl, als durch damit verbundenes Abschmelzen von Schnee und Eis wurden *grosse Wassermassen* in die Thäler geführt. Darin durch Gletscher, die aus Seitenthälern hervordrangen, in ihrem Laufe gehemmt, aufgestaut, verursachten sie grosse Fluthen und Ueberschwemmungen, ähnlich denen, die 1818 das Bagnethal

alp, an den Silberen, an der Windgälle, im Weggisthal, am Fluhbrig, Bauen, Sättelistock, Brünig, Wellenstock, Kaiserstock; in der westlichen Schweiz am Faulhorn, auf der Gemmi u. s. w.

verwüsteten. S. 612. Dadurch konnten grosse Massen von Geschieben und Geröllen fortgeführt und an den Ausmündungen der grossen Thäler, oder im unteren Theile derselben abgesetzt werden. Auf diese Weise erklärt sich das Vorkommen von Geröllablagerungen in vielen ehemals vergletscherten Thälern und von mächtigen Geröllmassen an den Ausmündungen der grossen Alpenthäler, bis weithin in die anliegenden Ebenen. Je grösser das Thal, je mehr sich Seitenthäler demselben zuziehen, desto grösser und ausgedehnter kann die Geröllablagerung sein. Die Gleichzeitigkeit der ausgedehnten ehemaligen Gletscher, der zerstreuten Blöcke und dieser Geröllablagerungen ist augenfällig.

Als *nach* dem *Durchbruch des Canals, nach* der *Cimbrischen Fluth*, der grosse und allgemeine Einfluss des tropischen Stroms auf die Küsten von Europa eintrat, wurde das *Klima milder*. Es erfolgte eine den Veränderungen des Meeres entsprechende Veränderung der klimatischen Verhältnisse, eine *Erhöhung* der mittleren Jahreswärme. Die Schnee- und Eismassen schmolzen stärker ab; das Nachrücken von den Höhen wurde durch das Abschmelzen nach und nach immer mehr überwogen. Die Gletscher zogen sich in engere Grenzen zurück und es entstanden durch ihr starkes Abschmelzen *grosse Wassermassen*.

Diese eingetretene *Milderung* des *Klimas* war eine *allmählige* und langsam *fortschreitende*. Darüber belehren uns die in den Mooren nachgewiesenen Vegetationsperioden, S. 539, die an Conchylien gehobener Strandbildungen gemachten Erfahrungen, und die vorhandenen Gletscherreste. Die Gletscher verschwanden nach und nach unter *allmähligem* Rückzug in den mittelhohen Gebirgen, Schwarzwald, Vogesen, Jura u. s. w., ebenso in den grossen Alpenthälern, erhielten sich dagegen unter Schwankungen in den schnell und hoch ansteigenden Seitenthälern. Dabei bildeten sich die Morainen, die man überall und häufig in Reihen über einander liegend in den ehemals vergletscherten Thälern antrifft; sie gehören der Rückzugsperiode der Gletscher an. Es entstanden zahlreiche kleinere Seen, Torfmoore, hinter Morainen, die den Wasserabfluss hemmten und seinem Andrang widerstanden. Wo durch vollkommenen Abfluss der Wasser ein Becken, das hinter einer Moraine liegt, ganz trocken geworden ist, kann man aus immer noch vorhan-

denen Resten eines ehemaligen Seebodens erkennen, dass einst ein See da war.

Einzelne starke Regengüsse, schnelles Schmelzen grosser Schneemassen können während der Rückzugsperiode der Gletscher in einzelnen Thälern starke Strömungen verursacht, Schutt und Gerölle transportirt haben; allein diese Wirkungen waren immer local und haben innerhalb eines Gebirges in einem beschränkteren Maasstabe gewirkt. Nur unter solchen Verhältnissen konnten die zahlreichen aus Sand, Schutt und Blöcken zusammengesetzten Endmorainen erhalten bleiben, die heute noch als Dämme im Grund der Thäler liegen. Wolkenbrüche können in einzelnen Thälern, damals wie heute, ungewöhnliche Wassermassen niedergeführt, es können einzelne dadurch entstandene, grosse Wasserfluthen ungewöhnliche mechanische Wirkungen gehabt haben.

Als Maasstab für solche Wirkungen kann die von Merian (Bericht über die Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft zu Basel VII. 1847, S. 51) geschilderte Zerstörung gelten, die ein Wolkenbruch 1834 im *Misoxer*-Thal angerichtet hat. Gegen die Mitte des August 1834 hatte der Regen angefangen. Die ganze Nacht des 26. hatte ein heftiges Gewitter mit unaufhörlichem Donner und Blitzen geherrscht. Eine dumpfe Hitze war am 27. Morgens; der Regen hatte aber fast ganz aufgehört. Erst gegen 10 Uhr fing er wieder an und verwandelte sich gegen Mittag in einen eigentlichen Wolkenbruch. Gegen 2 Uhr stürzten von allen Seiten her Wasserströme dem Hauptthale der von hohen Felswänden eingeschlossenen *Moesa* zu, in welches sich unterhalb *Soazza* eine hohe Felsschlucht mündet, durch welche der Bach *Giuvegna* hervorströmt. Durch diese Schlucht geht der Pfad über den Pass der *Forcola* von Soazza nach Chiavenna, dessen Gestein ein grobkörniger Granit ist, während im Hauptthal überall Gneis ansteht, höher im Thal bis über den Bernhardinpass hinaus auch Glimmerschiefer mit einzelnen Einlagerungen von Thonschiefer und körnigem Kalkstein.

Der Regen hörte einige Minuten vor 4 Uhr auf und die Wolken öffneten sich. Die Wasserströme wuchsen aber noch beständig und richteten mächtige Verheerungen an. Die Moesa erreichte einen ganz ungewöhnlich hohen Wasserstand. Die meisten Brücken wurden weggeführt, eine Menge von Gebäu-

den zerstört, grosse Strecken der Strasse weggerissen und bedeutende Strecken Landes durch die herbeigeführten Schuttmassen überdeckt. Aus dem Seitenthal der *Giuvegna* stürzten von der Forcola her mit den Gewässern die Geröllmassen und Felsblöcke, die man jetzt im Hauptthal abgelagert findet. Die Moesa wurde durch sie anfangs zu einem See aufgestaut, sie brach sich aber bald wieder Bahn längs der rechten Thalwand. Eine mächtige Anhäufung von Granitblöcken liegt nicht weit unterhalb der Kirche von Soazza am rechten Ufer der Moesa. Auf dem grössten dieser Blöcke, der wohl 4000 Cubikfuss hat (eine Länge von 21 Fuss, eine Höhe von 17 Fuss und eine Dicke von 15 Fuss), steht die Inschrift: Macigno del monte Forcola stato deposto della terribile alluvione del 27. Agosto 1834, welche beurkundet, wie diese Blöcke an Ort und Stelle gekommen sind. Eine grosse Zahl anderer Blöcke, aus demselben Granit bestehend, und darunter mehrere von fast gleicher Grösse, wie der oben erwähnte, liegen in der Nähe.

Vor der Schlucht der *Giuvegna* breitet sich, wie an der Mündung aller Seitenthäler der Alpen, ein Schuttkegel aus, über welchen bei der Wasserfluth von 1834 die Granitblöcke herabgeführt worden sind. Man unterscheidet die neue Schuttanhäufung ganz gut über dem alten theilweise bewachsenen Schuttkegel. Sie ist nicht senkrecht gegen das Hauptthal, nach der geraden Fortsetzung der Schlucht der *Giuvegna* gerichtet, sondern bildet von dem Ausgang der Schlucht an einen thalabwärts gerichteten Bogen. Offenbar eine Wirkung der mächtigen Wasser der Moesa. Die grössten Granitblöcke liegen sämmtlich am äussersten Umkreise des neu gebildeten Schuttkegels, dicht an der rechten Wand des Hauptthales und auf der rechten Seite der Moesa, allwo der Fluss die herbeigewälzten Schuttmassen durchbrochen hat. Auf dem Abhange des neuen Schuttkegels und in der Schluchtmündung selbst bemerkt man solche Blöcke nicht. Sie scheinen also eigentlich geschleudert worden zu sein und gelangten durch ihr Bewegungsmoment weiter, als der übrige Theil des Schuttes. Diese Thatsache steht in directem Widerspruch mit dem, was man gewöhnlich über die Erscheinungen an den Schuttmassen zu demonstriren sucht, die durch Gewässer abgesetzt wurden. Die grossen Blöcke sind auch nicht abgerundet, sondern ungefähr von dem Aussehen der am Abhang des Jura abgelagerten Granitblöcke. Ein Ni-

vellement des Thalprofils, von Lanicca mitgetheilt, gestattet einige nähere Angaben über die Bahn, welche die Blöcke zurückgelegt haben. Der unterste Theil des Schuttkegels, von dem grossen, mit der Inschrift versehenen Blocke an gemessen, hat auf die ersten 159 Meter horizontale Entfernung ein Gefäll von etwa 8 Meter; das ergibt eine Neigung von etwas mehr als 3°. Von da bis 800 Meter aufwärts beträgt das Gefäll der Giuvegna ungefähr 10°; noch höher wird es aber noch weit stärker. In der mittleren Höhe der Schlucht, woraus der Wildbach hervorströmt, bildet er einen nicht unbedeutenden Wasserfall. Die Entfernung, aus welcher die Blöcke durch die Wasserfluth vom 27. August 1834 herbeigeführt worden sind, schätzt Antonio a Marca in Misox, Verfasser des Compendio storico della Mesolcina, Lugano 1838, worin das Ereigniss beschrieben worden ist, auf $1\frac{1}{2}$ Stunden, der Ingenieur Lanicca dagegen nur auf $\frac{3}{4}$ Wegstunden.

Solche ungewöhnlich grosse Wasserfluthen treten innerhalb eines Gebirges heute nur selten ein, und werden in diesem Verhältnisse auch in früherer Zeit eingetreten sein. In einzelnen Thälern können durch solche Fluthen die Morainen durchbrochen, und sowohl theilweise als auch ganz weggeführt worden sein. Da sie aber in den meisten Thälern noch wohl erhalten liegen, wohl erkennbar als alte Gletscherbildungen, so zeigt dies an, dass während der Rückzugsperiode der Gletscher und ihres Schmelzens keine ausserordentlichen Wasserfluthen vorhanden waren. *Wasserreich* waren die Thäler ohne Zweifel; die Wasserhöhe der Bäche und Flüsse der Gebirge war wohl beträchtlich, sie erreichte aber keinen ausserordentlichen Stand, denn man sieht Anhäufungen von Sand und lockerem Kies unberührt in Höhen über der Thalsohle liegen, welche ungewöhnlich starke Gewässer jetzt bis auf einige Meter hin erreichen.

Sucht man in Thälern, worin alte Morainen liegen, nach Absätzen oder Anhäufungen von Schutt und Geröllen oder Blöcken, die sich als Wirkungen der Gewässer zu erkennen geben, so findet man sie immer erst thalabwärts *unterhalb* der letzten Morainen. Die Thalbecken, welche durch diese abgeschlossen werden, enthalten sie nicht, weil sie von Eis erfüllt waren. Schutt und Blöcke wurden durch dieses daraus entfernt und in den Morainen angesammelt.

Alle Verhältnisse, welche die ehemals vergletscherten Thäler heute noch zeigen, geben deutlich zu erkennen, dass die Schmelzung der Eismassen nicht plötzlich oder in ganz kurzer Zeit, sondern im Gegentheil *langsam* und *allmählig*, und sogar *intermittirend* erfolgte. Die stationsweise hinter einander liegenden Erdmorainen lassen keine andere Annahme zu. Damit stimmen auch die Beobachtungen überein, die man in Torfmooren der cimbrischen Halbinsel hinsichtlich einer bestimmten Aufeinanderfolge verschiedener Waldbäume gemacht hat, welche eine *fortwährende Milderung des Klima's* nachweist, von der *Espe* an zur *Föhre*, dann zur *Eiche* bis zur *Buche*. S. 539.

Organische Reste in den Bildungen des Alluviums.

Die *organischen Reste*, welche in den verschiedenen Bildungen des Alluviums eingeschlossen sind, stammen von Thieren und Pflanzen ab, die *gegenwärtig* leben. Nur einige wenige gehören *untergegangenen* Geschlechtern an. Die Ursache, dass die Reste, welche in verschiedenen Gegenden der Erde gleichzeitig und unter denselben Verhältnissen in die Alluvialbildungen eingeschlossen werden, dennoch ganz verschieden sind, liegt in der durch Klima, Boden u. s. w. bedingten *geographischen Verbreitung* der Pflanzen und Thiere. Dadurch werden ihre Hauptresultate wichtig für die Geologie und treten mit ihr in nahe Beziehung.

Von diesem Standpunkte aus hat sie zuerst Vogt *) in ansprechender Weise dargestellt.

Für die *geographische Verbreitung der Thiere* gilt es jetzt als erstes Gesetz, dass eine jede Thierspezies, wie gross auch ihre Bewegungsfähigkeit durch dafür ausgebildete Organe sein mag, einen bestimmten *Verbreitungsbezirk* einhält, den sie nicht verlässt, und ausserhalb desselben sie naturgemäss nicht heimisch ist. Nur bei einigen Thieren, welche die Industrie des Menschen zu Hausthieren gemacht hat, zeigt sich dieses Naturgesetz abgeändert. Mit Ausnahme dieser wenigen Arten gilt es aber ganz allgemein, sowohl für die am Boden befestigten Thiere, als für diejenigen, die weiter Reisen fähig sind. Für jedes Thier ist die Grösse der Verbreitungsbezirke

*) Vogt, Lehrb. der Geol. und Petrefaktenkunde Bd. II. S. 85 ff.

eine verschiedene; im Allgemeinen aber besitzen die fleischfressenden Thiere derselben Gegend einen grösseren Verbreitungsbezirk, als die durch ihre Nahrung weit mehr an den Boden gefesselten Pflanzenfresser. Dies gilt in gleicher Schärfe für die am Boden befestigten, sässhaften Thiere, wie für die von Ort zu Ort beweglichen. Bei diesen dient die grosse Bewegungsfähigkeit dem Instinkt, der mehr zur Rückkehr in ihren Bezirk, als zur Wanderung führt. Ist das sässhafte Thier, während es als Embryo. Larve oder Junges sich fortbewegen konnte, von seiner heimathlichen Stelle weggeführt, verschlagen und an einem seiner Natur weniger angemessenen Orte wieder angeheftet, so muss es sich mit den Verhältnissen dieses Ortes begnügen. Das wandernde Thier dagegen verlässt den Ort, dessen Verhältnisse ihm nicht zusagen, und geht immer wieder an seinen ursprünglichen Wohnort zurück, wo es alle ihm angemessenen Verhältnisse findet.

Man hat auf der Oberfläche der Erde verschiedene grössere zoologische Bezirke oder Provinzen unterschieden, welche man *Faunen* nennt, und die meist nach geographischen Verhältnissen abgesteckt, eine bestimmte Anzahl von Thieren aller Arten in sich begreifen, von welchen einige ausschliesslich dieser abgegrenzten Gegend angehören, und dadurch ihrer ganzen Thiergesellschaft einen eigenthümlichen Charakter aufdrücken. So ist die nordische Fauna durch das Wallross charakterisirt, diejenige Südamericas durch die Faulthiere und die Zahnlosen, die africanische Fauna durch die Giraffe u. s. w., und neben diesen charakteristischen Thieren ist eine Menge anderer vorhanden mit weniger ausgeprägter Eigenthümlichkeit, die mit ähnlichen Thieren anderer Faunen verwechselt werden können. Es werden daher die einzelnen Faunen vorzugsweise nach den Thieren umgrenzt, welche denselben den eigenthümlichen Charakter aufdrücken, und somit wahrhaft *typisch* sind. Da, wo verschiedene Gebiete einander berühren greifen wohl einzelne Thiere von einem in das andere über, während die ganze Thiergesellschaft eine bestimmtere Grenze bildet. Verzeichnet man daher die Faunabezirke auf einer Charte, so sieht man sie an den Grenzen mit Zacken in einander greifen.

Den wesentlichsten Einfluss auf die geographische Verbreitung der Thiere hat die Beschaffenheit des Elementes, in dem

sie leben. Man unterscheidet sie in dieser Beziehung in *Land-* und *Meer*-Thiere, und die Landthiere wieder in Thiere des *süssen Wassers* und des *festen Landes.* Im Allgemeinen zeigt es sich, dass die höheren Formen desselben Thierreiches auf dem festen Lande leben, die niedrigeren im Wasser. Das Meer ist im Allgemeinen die Heimath der *Strahlthiere*, S. 294, 295, 296. Diese grosse Abtheilung von niedrigen Organismen hat nebst den *Mollusken*, die ebenfalls grösstentheils Wasserbewohner sind, den wesentlichsten Einfluss auf die Bildung der Erdschichten gehabt. Auch die niedrigsten der *Wirbelthiere*, die *Fische* sind gänzlich Wasserbewohner; und die Amphibien in ihrer Jugend. Dem festen Lande gehören fast ausschliesslich an die höher organisirten wirbellosen Thiere, von den *Gliederthieren* die *Insecten*, von den *Wirbelthieren* die *Reptilien*, die *Vögel* und die *Säugethiere*. Daraus, dass die niedrigeren Thierformen im Wasser, die höheren Formen derselben Abtheilung auf dem festen Lande leben, ergibt sich eine gewisse Inferiorität in den Thierformen während der älteren Perioden der Bildung der Erdoberfläche, da in jener Zeit das Meer bei weitem einen grösseren Theil der Oberfläche einnahm, als heute, und die Ausdehnung des festen Landes äusserst beschränkt war. Doch haben sich auch schon in jenen frühesten Zeiten die vier Grundformen des Thierreichs auf der Erdoberfläche gezeigt. Neben den vorherrschenden Strahlthieren und Mollusken erscheinen gleichzeitig auch noch Gliederthiere und Wirbelthiere als die ersten Bewohner der Erde. Aber die Wirbelthiere sind Fische und nur Fische, und das zeigt in Verbindung mit dem Vorkommen der anderen niederen Thierformen deutlich an, dass der grösste Theil der Oberfläche der Erde damals unter Wasser gesetzt war.

Vor allen gegenwärtig auf der Erde bestehenden Faunen zeichnet sich durch eigenthümliche scharf gezeichnete Thierformen die Fauna der Polargegenden aus. Am Südpol leben dort nur Meeresbewohner, am Nordpol dagegen, wo sich weite Strecken öder Länder ausdehnen, wohnen auch verschiedene Landthiere. Den wesentlichsten Charakter der Polarfauna bildet die allgemeine Verbreitung der verschiedenen Thierspezies um den Pol herum. Dieselben Arten kommen auf dem sibirischen, wie auf dem nordamericanischen Continent vor, in dem weissen Meer, wie in der Behringsstrasse

und an den Küsten von Spitzbergen, und zwar meistens in ungeheuren Mengen. Das thierische Leben ist in den Polargegenden nicht zurückgedrängt, nicht verkümmert; es erscheint dort im Gegentheil namentlich in den Meeren eine kräftige Entfaltung, hauptsächlich in dem Auftreten zahlloser Individuen derselben Art; dagegen ist die Mannigfaltigkeit der Arten weit geringer, als in den südlichen Meeren. Das Rennthier, das Wallross, der Narwall und die verschiedenen Wallfischarten, die Stockfische, die Pinguine und Eidergänse und eine grosse Menge eigenthümlicher wirbelloser Thiere sind die wesentlichen und charakteristischen Bewohner der Polarregionen. Ihre Fauna endet nach Süden hin da, wo die Wälder beginnen *).

Die Fauna der *gemässigten Zone* zwischen den Isothermen von 2° bis 20° zeigt nicht dieselbe allgemeine Verbreitung der Thiere in einem gleichmässigen Gürtel um die Erde herum. Es ist sowohl auf den verschiedenen Continenten, als in den verschiedenen Meeren das thierische Leben verschieden, und zwar dergestalt, dass man auf dem europäischen Continent eine *centrale Fauna* und eine *mittelländische Fauna* unterscheiden kann. Letztere begreift nicht nur die europäischen Küsten des Mittelmeeres in sich, sondern auch die africanischen und asiatischen. In gleicher Weise lassen sich auch auf dem asiatischen Continente in der gemässigten Zone mehrere bestimmte Faunen unterscheiden, namentlich die *sibirische*, die der *Steppen des Kaspimeeres* und die des nördlichen China's und Japans. Auch in dem nordamericanischen Continente werden genaue fortgesetzte Untersuchungen zur Unterscheidung mehrerer thierischer Verbreitungsbezirke führen. Die Meere der gemässigten Zone lassen ebenfalls einige grosse Abtheilungen unterscheiden, und kommen alle darin überein, dass sie keine Corallenriffe haben. Die Thiere des atlantischen Oceans theilen sich aber nicht, wie die Thiere des Festlandes dieser Zone, in eine europäische und in eine americanische Fauna, sondern in zwei südliche und in eine nördliche Fauna, indem die Meeresbewohner des südlichen Theils der gemässigten Zone an den gegenüberliegenden Küsten des europäisch-africanischen Continents, so wie des americanischen

*) Vogt a. a. O.

Festlandes, von einander durchaus verschieden sind, dagegen die Meeresbewohner der Küsten von Canada und Neufundland mit denjenigen der schottischen Küste übereinstimmen. In den Süsswassergebieten der gemässigten Zone lassen sich ebenfalls von einander durchaus verschiedene Verbreitungsbezirke nachweisen. Namentlich lässt sich dieses hinsichtlich der Fische thun. Jedes grössere Flussgebiet bildet einen eigenthümlichen Verbreitungsbezirk derselben, und in diesen erscheinen die Fische als ihre wahren Urbewohner *). Am schärfsten gezeichnet sind die Thierformen in der *heissen Zone*, und am bestimmtesten abgesteckt die Verbreitungsbezirke der verschiedenen Thiere. In den tropischen Meeren erscheinen als ganz charakteristische Formen der tropischen Fauna die Corallenriffe und Coralleninseln, welche dem südlichen Meere eine so eigenthümliche Physiognomie verleihen. Aber als bestimmte, scharf von einander gesonderte Verbreitungsbezirke zeigen sich die Faunen des stillen Oceans, des indischen Archipels, so wie des südafricanischen und südamericanischen Küstenstrichs. Auf dem Lande nehmen die zahnlosen Säugethiere eine wesentliche Stelle ein, und erscheinen zahlreiche durchaus eigenthümliche Thiergestalten. So in Südamerica und auf den Antillen. Die africanische Tropenfaune zeigt im Allgemeinen einen ziemlich einförmigen Charakter.

Die Tropengegenden von Asien und Polynesien haben, jede für sich, eine durchaus eigenthümliche Faune mit höchst charakteristischen Säugethieren. Im tropischen Indien wohnen ein Elephant, verschieden vom africanischen, das Rhinoceros, Antilopen, Hirsche, Bären und Ochsen, die von den africanischen und europäischen abweichen, ferner der Orang-Utang und eine Menge eigenthümlicher Affen, der Königstiger, der Argus, der Pfau und eine beinahe zahllose Menge sonstwo unbekannter Vögel, Reptilien und Insekten. Neuholland endlich und Vandiemensland bieten das letzte Beispiel eines abgeschlossenen Verbreitungsbezirks dar und einer höchst eigenthümlichen Thierschöpfung. Die grossen vierfüssigen Thiere fehlen hier ganz; man sieht keine Ochsen, Bären, keine grossen Fleischfresser, dagegen treten die fremdartigen Er-

*) Vogt, ebendaselbst.

scheinungen des Känguru, fliegende Eidechsen und Schnabelthiere auf.

Bei den Meeresbewohnern ist hinsichtlich ihrer Verbreitung das Verhältniss der *Tiefe*, in welcher sie *unter dem mittleren Meeresniveau* leben, von der grössten Wichtigkeit für die Geologie und Petrefaktenkunde. Die Meeresthiere sind nicht zufällig in den Gewässern vertheilt, sie beobachten bestimmte Gesetze hinsichtlich ihrer verticalen Verbreitung, und bilden nach der Tiefe von oben nach unten eine Reihe verschiedener Regionen, die sich von einander ebenso bestimmt unterscheiden, als wie die Faunen hinsichtlich ihrer horizontalen geographischen Verbreitung *). An den Küsten unserer gemässigten Zone, auf welche die Gezeiten, Ebbe und Fluth einwirken, an den Westküsten von Frankreich, Grossbritannien und Norwegen kann man mehrere bestimmte Regionen unterscheiden, die nach der Höhe der Fluth geordnet sind. Zu oberst an der äussersten Fluthgrenze zeigen sich die Meereicheln (Balanen) die Felsen und Klippen bewohnenden Actinien, deren Gestalt und Farbenpracht gefüllten Blumen ähnlich ist, und einige wenige Mollusken, meistens Schnecken (Gasteropoda). Auf diese oberste Region folgt diejenige zahlreicher Schnecken mit einer grösseren Entwickelung von Tangen und Fucusarten. Es zeigen sich in Menge Patellen in Gesellschaft von Ascidien, und auf sandigem Grund finden sich, während der Ebbezeit gewöhnlich mehrere Stunden entblösst, zahlreiche Anneliden und Röhrenmuscheln. An den tiefsten Grenzen der Ebbe endlich zeigt sich eine Menge von zweischaligen Mollusken, Kamm-Muscheln, Seesternen, Seeigeln, Holothurien, Ascidien, Nacktkiemern u. s. w. in Gesellschaft von Laminarien und anderen specifisch verschiedenen Tangen. Unter dieser Reihe befindet sich, beständig von Wasser bedeckt, die Region der Muschelbänke, die Bänke der Austern und verwandter einmuskeliger Muscheln, zwischen welchen Strahlenthiere, Seeigel, Röhreanneliden u. s. w. in grosser Menge hausen. In einer Tiefe von 20 bis 40 Klaftern tritt die Region der Corallen auf, die sich mit zahlreichen Mollusken und Crustaceen ausbreitet, welche man nur vermittelst der Austernschleppe heraufbringen kann. Noch tiefer endlich und bis hinab auf

*) Vogt a. a. O.

100 und mehr Klafter findet man die Brachyopoden, die vorwaltend durch Terebrateln repräsentirt sind, begleitet von einzelnen eigenthümlichen Corallen. Aehnliche Verhältnisse, wie sie die nordischen Meere darbieten, lassen sich auch in den südlichen Meeren nachweisen *).

Die Zahl der Arten der einzelnen Regionen nimmt ab, je tiefer sie liegen. In den grössten Tiefen des Meeres, auf seinem Grunde, liegen nur die todten Reste solcher Thiere, welche ihr Leben an der Oberfläche des Meeres schwimmend zubringen, und deren Schalen nach dem Tode niedersinken und sich auf dem Grunde anhäufen. Diese Thatsache erklärt viele Erscheinungen im Gebiet der Petrefaktenkunde, und hat daher eine grosse Wichtigkeit für dieselbe. Die Linie des grössten Lebens wird durch das Niveau des Meeres gezogen. Ob man von ihm aus an den Bergen des Festlandes hinansteigt, oder sich in die Tiefe der Gewässer hinabsenkt, immer zeigt sich eine Abnahme in der Zahl der Arten und der einzelnen Individuen. Die verschiedenen Regionen, in welchen das Thierleben am Ufer auftritt, liegen um so tiefer, und haben um so weniger Breite, je reicher sie an verschiedenen Thierarten sind. An den europäischen Küsten ist der grösste Unterschied des Wasserstandes zwischen Ebbe und Fluth etwa 40 Fuss. Innerhalb dieser Höhe treten aber im Meere selbst drei unter sich verschiedene Regionen auf, deren jede einen bestimmten Charakter durch ihre Thierformen trägt und Thiere beherbergt, die in den anderen nicht vorkommen. Dies gibt deutlich zu erkennen, dass der Grund des Meeres und sein Niveau an der Oberfläche nur um Weniges verändert zu werden braucht, durch Hebung oder Senkung, um eine durchgreifende Verschiedenheit der Bewohner desselben Küstenstrichs zu veranlassen. Wenn wir nun zuweilen bei über einander liegenden Schichten von Meeresformationen solche Verschiedenheiten wahrnehmen, so dürfen wir als Grund derselben kleine Veränderungen im Meeresniveau annehmen **).

Auf die Vertheilung der Thiere innerhalb der bezeichneten untermeerischen Regionen hat die Beschaffenheit des Meeresgrundes stets auch einigen Einfluss. Auf Felsen siedeln sich

*) Vogt a. a. O.

**) Vogt, ebendaselbst.

in den nördlichen Meeren hauptsächlich Muschelbänke an, in den südlichen Corallenthiere, und zu ihnen gesellen sich Gasteropoden, Ascidien und andere Thiere, die sich an Felsen anheften und eines festen Bodens bedürfen. Die freilebenden Muscheln, die Seesterne und Seeigel, die röhrenbauenden Würmer leben in grösster Anzahl auf sandigem Boden. Im Schlamme endlich leben Röhrenmuscheln mit mannigfachen Arten von nackten Weichthieren und Zoophyten.

Auch die mineralogische Beschaffenheit des Gesteins übt einigen Einfluss. Auf Granit sieht man fleischfressende Meeresbewohner, auf Kalkfelsen zumeist steinbohrende Muscheln. Es kann demnach jeder Wechsel des Bodens, wie er sich, als Versandung einer Felsenbucht, oder durch das Wegspülen vorhandener Sand- und Kiesablagerungen einstellen mag, einen grossen Einfluss auf die Bewohner des Meeresgrundes haben, und den Charakter des Thierlebens auf demselben wesentlich verändern. Aus diesen Verhältnissen erklärt sich die interessante Erscheinung, dass öfters in denselben geognostischen Formationen sich Verschiedenheiten in den eingeschlossenen Petrefakten zeigen, je nach der mineralogischen Beschaffenheit des Gesteins. Dies zeigt sich insbesondere bei den jurassischen Formationen, bei denen, je nachdem der Boden, auf welchem die Meeresthiere lebten, die man fossil in den Gesteinen findet, mehr felsig, sandig oder schlammig war.

Die *geographische Verbreitung der Pflanzen* hängt wohl zum Theil von denselben Ursachen ab, wie diejenige der Thiere, wird aber weit mehr von klimatischen Verhältnissen und Beschaffenheit des Bodens bedingt, da die Pflanze an den Boden gefesselt ist, und zur Befriedigung ihrer Lebensbedürfnisse nicht wie das Thier Wanderungen unternehmen kann. Die Verbreitungsbezirke können genauer begrenzt werden. Sie hängen vorzüglich von den Temperaturverhältnissen ab, und mehr von der Vertheilung derselben zwischen Winter und Sommer, als von der mittleren Jahrestemperatur. Ein Küsten- oder Inselklima, welches durch den Einfluss des Meeres eine gleichartigere Temperatur, keinen kalten Winter, keinen sehr heissen Sommer hat, unterhält eine ganz andere Flora, als eine Gegend im Innern des Continents, wo die Winterkälte bedeutend, die Sommerhitze dagegen sehr hoch, und demnach und durch Ausgleichung der äussersten Temperaturgrenzen

die mittlere Jahrestemperatur dieselbe ist, welche jenes Küsten- oder Inselklima hat. Ganz besonders wirkt aber auf die Verbreitungsbezirke der Pflanzen noch die Summe jener örtlichen Verhältnisse ein, welche man mit dem Namen *Standort* bezeichnet. Nach den Unterschieden des Standortes kann man die Pflanzen in folgende Abtheilungen bringen: *Meerpflanzen;* hierher gehören die meisten Ulvaceen, ein Theil der Conferven, die ganze Familie der Tange. *Süsswasserpflanzen;* sie schwimmen theils frei im Wasser, wie Lemna, Hydrodictyon, theils wurzeln sie auf dem Boden, sind aber von Wasser ganz umgeben oder erreichen mit einzelnen Theilen seine Oberfläche, wie die meisten Najaden, Alismaceen, Hydrocharideen, sämmtliche Nymphäaceen, einige Moose u. a. m. *Strandpflanzen;* sie haben das Bedürfniss nach salzigen Nahrungsstoffen, wie Salsola, Eryngium maritimum, Rocella tinctoria, und erscheinen auch oft weit vom Meere entfernt an Salzquellen, wie z. B. Glaux maritima. *Sumpfpflanzen;* eine zahlreiche Abtheilung, in welcher Gräser, Simsen, Binsen, Schilfrohr u. a. zahlreich auftreten. *Pflanzen der Schutthaufen;* wie verschiedene Arten von Malven, Nesseln u. s. w. Vegetabilische und animalische Auswürfe befruchten diese Standorte. *Felsenpflanzen;* zahlreiche Flechten, Steinbrecharten, Sedum rupestre u. a. m. *Sandpflanzen;* einige Gräser, Schilfe, wie Carex arenaria, Arundo arenaria u. a. m. Sehr lockerer beweglicher Sand ist äusserst arm an Vegetation, und schliesst sie unter gewissen Umständen ganz aus. *Schmarotzerpflanzen;* sie wachsen auf anderen Pflanzen, und ziehen theils ihre Nahrung aus denselben, wie Viscum, Cuscuta, Orobanche, Staubpilze; theils ernähren sie sich durch Anziehung der Nahrungsstoffe aus der Luft, wie zahlreiche Flechten, Moose, manche Orchideen u. s. w.

Von wesentlichem Einfluss ist auch die Erhebung des Bodens über die Meeresfläche. Da die Temperatur mit einer gewissen Höhe über dem Meeresniveau stets auch eine bestimmte Abnahme zeigt, so bedingen die Höhen auch verschiedene Klimate, und es wiederholt sich dabei mehr oder weniger vollkommen nach der Höhe dieselbe Aufeinanderfolge der Klimate, die man in horizontaler Richtung vom Aequator nach den Polen wahrnimmt. Es werden dadurch verschiedene Höhenregionen gebildet, die bei den höchsten Gebirgen der

Erde, bei den Anden, beim Himalaya und anderen unter dem Aequator liegenden Bergen, die bis in die Höhen des ewigen Eises aufsteigen, eine gute Vergleichung mit den horizontalen Pflanzenregionen zulassen.

Die Vegetation *der heissen Zone* innerhalb der Wendekreise zeigt die grösste Ueppigkeit und die grösste Zahl von einzelnen Pflanzenarten. Nie erstirbt im Klima der Tropenländer, unter dem Himmelsstrich eines ewigen Sommers, das Pflanzenleben. In der Temperatur von 20° bis 30° R. versengt zwar der glühende Sonnenstrahl der trockenen Jahreszeit die weiten Savannen, aber es bleibt doch selbst der dürrste Boden geschmückt mit den grotesken Gestalten der Saftpflanzen, Opuntiaceen, Euphorbien, Cacalien u. dgl., und unaufhörlich grünen und blühen die undurchdringlichen Urwälder. Die mannigfaltigsten Baumarten erheben sich in ungeheuren Hochstämmen über einem von niedrigeren Bäumen, Sträuchern und den mannigfaltigsten Kräutern bedeckten Boden, und überziehen endlose Landstrecken. Die Feuchtigkeit des Bodens unterhält die beständig fortdauernde riesige Vegetation. Kein Unterschied der Jahreszeiten hemmt oder unterbricht hier das Pflanzenwachsthum. Seine Unveränderlichkeit unterhält fortdauernd die Entwickelung von Blättern und Blüthen und das Reifen von Früchten. Von Baum zu Baum schlingen sich bunt blühende Lianen (Bignoniaceen, Malpighiaceen, Sapindaceen u. s. w.) und jeder alte Stamm ist mit duftenden Parasiten bedeckt (vorzüglich Orhideen und Pothosgewächsen). Viele Pflanzenfamilien, die in anderen Zonen nur in der Form von niedrigen Kräutern angetroffen werden, erwachsen hier zu Bäumen, wie z. B. die Hülsengewächse, Malvaceen, Rubiaceen, Synanthereen, Gräser u. m. a. Hauptsächlich aber sind drei herrliche Gewächsformen für alle Tropenländer charakteristisch: Palmen, baumartige Farrenkräuter und Pisanggewächse. Die ersteren sind vorherrschend in den Gegenden um den Aequator und bis zum 15. Breitengrade; die Farren haben das Uebergewicht von dem 15. Breitengrade an bis zu den Wendekreisen. Die Unterschiede der Vegetation der heissen Zone in mehrere Hauptfloren, wie sie die Botaniker aufstellen, haben für Geologie kein wesentliches Interesse.

Vegetation der *gemässigten Zone*. Sie zeigt zwar kräftige Gewächse und vielen Reichthum, aber nicht die grossen,

schönen Formen der heissen Zone. Die Baumarten sind minder zahlreich, baumartige Endogenen (Lycopodiaceen, Farren) fehlen ganz. Die geselligen Pflanzen werden herrschend; die Wälder bestehen nur aus einer oder wenigen Arten von Bäumen, grosse Strecken sind mit Gräsern oder Heidekraut dicht bewachsen; ein- oder zweijährige Pflanzen haben in diesem Klima ihren Lieblingsaufenthalt. Unter den Kräutern sind Doldenpflanzen, Ranunculaceen, Liliaceen, Glumaceen, Kreuzblumen, Schmetterlingsblumen die häufigsten; unter den Holzgewächsen Coniferen, Rosaceen, Amentaceen. Dazu gesellen sich in den warmen Theilen der Zone, welche sich bis zum 36. Breitegrade oder bis zur Isotherme von 16 Grad erstreckt, wo der Winter kurz, selten von Frost und Schnee begleitet ist, Myrtengewächse, Geranien, Eiceen, gewürzhafte Lippenblumen, Saftpflanzen und noch einige Familien der tropischen Floren, namentlich Palmen. In höheren Breitegraden verschwinden zunächst die letzteren Formen, und man erkennt eine Zone, welche durch den Oelbaum charakterisirt ist, und so weiter zwischen den Isothermen von je 5 zu 5 Graden, eine zweite nördlichere Zone, welche durch die Eiche und die meisten anderen Bäume, die im Winter die Blätter verlieren, charakterisirt ist, und endlich eine äusserste dritte Zone, in welcher Tannen überwiegend auftreten und charakteristisch sind.

Vegetation der *kalten Zone*. Nur eine arme Vegetation kann hier entstehen, wo ein sieben- bis zehnmonatlicher Winter mit hoher Schneedecke und einer Kälte, die oft bis unter 30° herabgeht, mit einem ganz kurzen, wenn auch zum Theil heissen Sommer abwechselt. Die kurze Dauer der Vegetationsperiode hoher Breiten gewinnt zwar einigen Ersatz durch die Länge der Sommertage, und im Winter schützt die Schneedecke manche Pflanze vor der tödtlichen Wirkung des Frostes. Gleichwohl nimmt die Zahl der Pflanzen sehr ab, es werden der Bäume und baumartigen Gewächse immer weniger, je weiter nördlich man geht, und es treten Verkrüppelungen ein (Betula nana, B. antarctica u. s. w.). Die Baumgewächse gehören grösstentheils zu den Familien der Kätzchen- und Zapfenbäume. Von kleinen Sträuchern und kriechenden Pflanzen treten Rhododendron- und Sedumarten, Vaccinien, Saxifragen, Gentianeen, Alsineen, Potentilleen und Ranuncu-

laceen häufig auf, welche Blumen von verhältnissmässig beträchtlicher Grösse und reinen schönen Farben schmücken. Dazu kommen Gräser, Binsen, Moose und Flechten, welche letzere selbst mitten in den Gefilden des ewigen Schnees einzelne kahle Felsen überziehen, und ein Bild der kümmerlichen Vegetation geben.

Die geschilderten Vegetations-Regionen sind gürtelförmig über die Erde verbreitet, zeigen jedoch in den einzelnen Continenten ebenso bemerkenswerthe Unterschiede, wie die Regionen des Thierlebens. In der heissen Zone treten die Pflanzenformen auf beiden Hemisphären ebenso scharf begrenzt auf, wie die Thierformen. In der gemässigten Zone zeigen Europa, America und Asien zwar analoge, aber doch von einander verschiedene Arten. In der Polarregion aber zeigen sich auf beiden Hemisphären, auf Melleville-Insel, wie auf Grönland und in Lappland dieselben Pflanzen.

Während der Bildungszeit der älteren geologischen Formationen bestand auf der Erde kein klimatischer Unterschied· Der Beweis dafür liegt darin, dass in jenen über die ganze Erde verbreiteten Bildungen sich auch fast alle Thiere und Pflanzen gleichmässig über die ganze Erdoberfläche verbreitet zeigen. In späteren Formationen lassen sich durch einige wenige charakteristische Säugthierarten einzelne Verbreitungsbezirke unterscheiden.

Einige Thiergeschlechter sind mit der Existenz des Menschen und seit der Ausbreitung seiner Herrschaft über die Oberfläche der Erde *ausgestorben*, andere seit dieser Zeit an ihren ursprünglichen Wohnorten ganz oder zum Theil verschwunden. Das sind Anzeigen von der Vergänglichkeit alles Organischen, Anzeigen von dem Einfluss, welchen der Mensch darauf ausübt.

Es ist beinahe unglaublich, wie zerstörend der Mensch auf gewisse Thiergeschlechter einwirkt, und wie gross daher sein Einfluss auf das Vorkommen thierischer Reste in den gegenwärtigen Bildungen ist.

Ein Beispiel wird hinreichen, die *Seehundjagd*. Unmittelbar nach der Untersuchung der Küsten von Süd-Georgien durch Capitän Cook 1771 fingen die Americaner den Handel mit Seehundfellen nach China an. Seit jener Zeit wurden von dort 1,200,000 Felle bezogen, und ungefähr die gleiche Zahl

von der Insel Desolation. Was man in den Jahren 1821 und 1822 auf den Süd-Schottland-Inseln an Seehundfellen erbeutet hat, beträgt 320,000 Stück. Auf allen genannten Inseln ist der Seehund nunmehr völlig ausgerottet. Was Wunder, die Mutter dieser Thiere bringt in der Regel nur eins, selten zwei Junge zur Welt. Von den Neufundland-Fischern wurden in den drei Jahren 1829, 1830 und 1831 zusammen nicht weniger als 1,582,000 Stück Seehunde erlegt.

Fortwährend vermindert sich die Zahl im Naturzustand lebender Thiere durch die rastlosen Nachstellungen der Jäger, ihr rücksichtsloses Niedermachen, und dadurch, dass der Mensch Länder und See'n, Wälder und Flüsse, die den Thieren Wohnung, Nahrung und Schutz gewähren, seiner Herrschaft unterwirft und seinen Zwecken aneignet. Am auffallendsten zeigt sich dies in Nordamerica. Hier weichen die Thiergeschlechter mit den Urbewohnern zurück vor der Fluth der Civilisation, und fallen ihr zum Opfer.

Dieser Einfluss des Menschen hat schon wesentlich verändernd auf die Oberfläche der Erde und auf die Verbreitung der Thier- und Pflanzengeschlechter eingewirkt. Aus diesem Grunde wird sich im Vorkommen der organischen Reste des Alluviums eine Verschiedenheit wahrnehmen lassen, je nachdem sie in der neuesten Zeit oder in jener früheren in seine Bildungen eingeschlossen worden sind, in welcher der Mensch seine Herrschaft noch nicht so weit über die Erde verbreitet hatte.

Die Verminderung der Wälder hat unmittelbar zur Folge die Verminderung der Menge des fliessenden Wassers, der Thier- und Pflanzengeschlechter und des auf den Flüssen treibenden Holzes. Einst werden die Urwälder Americas aufhören, eine unermessliche Fülle von Pflanzenwachsthum darzubieten, zahllosen Thieren Aufenthalt und Nahrung zu gewähren, und die grossen Flüsse werden aufhören, Massen von Treibholz abwärts gegen die Mündungen zu führen und dort anzuhäufen, wenn der Mensch die grossen Wälder dieses Welttheils überwältiget und in Cultur genommen hat.

Unter den Thieren, welche seit der Existenz des Menschen ausgestorben sind, ist besonders der *Riesenhirsch* (Cervus eurycerus) bemerkenswerth. Die Unterabtheilung der Hirsche, der er angehört, hat ein Geweih, welches dem der Damhirsche

am ähnlichsten ist. Es unterscheidet sich indessen davon durch den Augensprossen, welcher über dem sehr kurzen Rosenstock sitzt, nach unten geht, und wie bei den Rennthieren am Ende meistens in mehrere Enden getheilt ist. Die Reste dieses merkwürdigen Thieres, dessen Geweih an dem Rosenstock den Umfang von einem Fuss, eine Länge von 8 Fuss und von einer Endspitze zur anderen einen Abstand von 13 Fuss hat, liegt in Torfmooren von Irland in sehr vollständig erhaltenen Skeletten, wovon eines in der Edinburger Sammlung aufgestellt ist. Einzelne Theile desselben findet man im aufgeschwemmten Land in Deutschland, besonders im Rheinthal, auch in Frankreich und England. Köpfe mit Geweihen und letztere allein befinden sich in verschiedenen Sammlungen Deutschlands, z. B. in Bonn, Carlsruhe u. s. w. Ein sehr vollständiger Kopf ist in der Gräflichen Sammlung zu Erbach im Odenwald aufbewahrt *).

Prof. Goldfuss zu Bonn und Dr. Gilbert (Edinb. Journ. of sc.) haben bewiesen, dass dieses Thier erst nach dem Jahr 1550 unter den lebenden Thieren erloschen ist. Es wird im Niebelungenlied unter dem Namen *Schelch* erwähnt **), hat schon gelebt, als Mitteleuropa noch von Elephanten bewohnt war, denn man findet seine wohlerhaltenen Reste vielfältig mit Elephantenresten zusammenbegraben.

Das *Ohiothier*, der *grosse Mastodont* (Mastodon giganteus), von der Grösse und dem Habitus des Elephanten und wie dieser mit einem Rüssel versehen, aber gestreckter und plumper, mit höckerigen Backenzähnen, scheint noch im Anfang der gegenwärtigen Periode gelebt zu haben. Jetzt sind alle Arten dieses Geschlechtes ausgestorben. Seine Reste, die man am häufigsten im Schlamme des Ohio in Nordamerica findet, und so viel bis jetzt bekannt ist, nur in diesem Land, sind meistens so vortrefflich erhalten, dass schon mehrere vollständige Ske-

*) Kaup, das Thierreich, Bd. I. S. 171.

**) Die Stelle, wie sie aus Hagen's Niebelungenlied entnommen ist, Vers 3760, lautet:

Dar nach schluch er schiere, einen Wiesent und einen Elch,
Starcher ure viere, und einen grimmen Schelch;
Sin ros in truch so balde, dar ir im nicht entran;
Hirce oder hinden, chunde im wenig engan.

lette zusammengesetzt werden konnten, die sich in nordamericanischen Sammlungen befinden. Auch Weichtheile dieses Thieres sind in dem Morast, in welchem die Knochen liegen, gefunden worden, und dazu rechnet man einen häutigen Sack, der bei den Knochenresten lag, mit klein zerkauten, jetzt noch in Virginien wachsenden Pflanzen angefüllt war und der Magen des Thieres gewesen zu sein schien.

Unter den die Inseln *Bourbon* und *Mauritius* ursprünglich bewohnenden Thieren befand sich ein höchst merkwürdiger Vogel, welcher den Namen *Dodo* oder *Dronte* führte, von holländischen Schiffern 1599 erstmals beobachtet. Dieser Vogel gehört vermöge seiner spaltzehigen Lauffüsse zu den Waldvögeln, und einer eigenthümlichen, den Straussen einerseits und den Tauben andererseits nahestehenden Gruppe an*). Er besass, wie der Strauss und Casuar, bloss Rudimente von Flügeln und war demnach unfähig zum Fliegen. Da er nicht zur Nahrung dienen konnte und als ein hässliches Geschöpf allgemeinen Abscheu erregte, so wurde er in grosser Menge erschlagen und in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts auf jenen Inseln ganz ausgerottet. Seit jener Zeit hat dort Niemand auch nur eine Spur von diesem Vogel aufgefunden. Einige Ueberbleibsel von demselben, ein Bein und ein Fuss, befinden sich im Brittischen Museum zu London, ein Schädel im Ashmolischen Museum zu Oxford, und ein anderer im Museum zu Kopenhagen. Auf der Insel Rodriguez hat man in Kalktuff eingeschlossene Knochen dieses Vogels gefunden.

Auch der sonderbare Vogel *Kiwi* (Apterix australis), der auf Neuseeland lebt und dort seiner geschätzten Federn wegen stark verfolgt und in grosser Menge erlegt wird, von Natur aus träg und unbehilflich, zum Schwimmen und Fliegen unfähig, entgeht wahrscheinlich auch seiner Ausrottung nicht.

Der Riesenvogel Neuseelands, genannt *Moa*, bietet endlich das interessanteste Beipiel eines durch die Menschen ausgerotteten Thieres dar. Eine naturhistorische Tradition und allverbreitete Sage der Eingeborenen schildert den Vogel als noch

*) J. F. Brandt, Untersuchungen über die Verwandtschaften, systematische Stellung u. s. w. des Dodo, im Bullet. Petersb. 1848, VII., und daraus im Jahrb. f. Min. 1849, Heft 6, S. 755.

lebend, aus dessen genau untersuchten Knochen Prof. Owen zu Oxford die Bestimmung ableitete, dass er einem Geschlechte der Familie der Struthioniden angehöre und schwerer und schwerfälliger als der Strauss selbst gewesen sei. Er nannte ihn *Deinornis giganteus* (δεινος erstaunlich, ὄρνις Vogel). Proceedings of the Zool. Soc. 1839. Es ist von diesem riesenhaften Vogel nunmehr ein Skelett in London aufgestellt. Aus der Vergleichung einer grossen Menge seiner Knochen hat sich ergeben, dass er in sechs verschiedenen Arten vorhanden war, deren grösste nicht weniger als 14 bis 16 Fuss Höhe hatte, die anderen aber von der Grösse des grossen Trappen bis zu der des Dodo, des Casuars und des Strausses wechselten. Nach der Sage der Eingeborenen sollte der Moa sehr gross und gefährlich sein. Seine sehr compakten und denen der Säugethiere ähnlichen Knochen gebrauchen sie, in Ermangelung grösserer Säugethiereknochen (es leben auf Neuseeland von Säugethieren bekanntlich nur Hunde und Ratten) zur Verfertigung von Fischangeln. Die über die ganze Insel verbreitete Sage von den übernatürlichen Kräften dieses Riesenvogels gab auch an, dass er auf einem hohen Berge wohne; hier sollte indessen nur noch Ein Individuum des ganzen Geschlechtes vorhanden sein. Aus Furcht vor seinen Kräften zeigten die Eingeborenen aber den Ort nicht. Ein Anderer gab an, dass einer seiner Vorfahren nach einem harten Kampf den letzten Moa getödtet habe. Ungeachtet aller Nachforschungen von Seiten der Europäer und insbesondere der Missionäre hat Niemand den Vogel lebendig gesehen, dessen Knochen auf der ganzen Inselgruppe Neuseelands verbreitet sind. Es ist anzunehmen, dass keine Art mehr existirt; die so bestimmten Sagen der Eingeborenen und der von ihnen gebrauchte Name *Moa*, der auf mehreren Inseln des Stillen Oceans Hahn, Huhn oder Truthuhn bedeutet, weisen aber darauf hin, dass der Riesenvogel noch zu einer Zeit vorhanden gewesen ist, wo schon die Voreltern der jetzigen Generation auf Neuseeland wohnten. Der *Kiwi* aber (Apterix australis), der in seiner Organisation dem Moa am meisten verwandt ist, lebt noch einsam in den Urwäldern und sieht dort seinem baldigen Erlöschen entgegen.

Aus den jetzt bekannten Resten des Moa ergibt sich, dass er dreizehig war, während die *Dronte* (Didus ineptus) und der noch lebende Apterix vier Zehen haben, bei den verwandten Straussen-

arten, dem Casuar, dem neuholländischen *Emu* (Dromaius Novae Hollundiae), der americanischen *Rhea* (Rhea americana, der americanische Strauss) drei Zehen vorhanden sind, beim africanischen Strauss selbst aber nur zwei. Aus dem Mangel des Loches am oberen Ende des Schenkelknochens, in welches beim Strauss, Casuar, Emu, der Rhea, die Luft in den Knochen tritt, das aber bei dem Moa und dem Kiwi nicht existirt, indem bei ihnen der Markinhalt das ganze Leben hindurch bleibt, ergibt sich, wie gering die Athmungsthätigkeit bei diesen Vögeln im Vergleich zu anderen Straussenarten entwickelt ist. Der Moa war ferner ganz flügellos und steht darin selbst noch unter dem Kiwi, der noch Armknochen hat. Ein Vogel mit so niedrigen, gleichsam reptilartigen Respirationsorganen kann auch in einer früheren Erdperiode, er kann im Zeitalter des bunten Sandsteins gelebt haben. Jedenfalls ergibt sich aus seinen Resten, dass sein schwerer Körper von Füssen getragen wurde, die Spuren hinterlassen konnten, welche wie die Vogelschritte sind, die man in America auf Platten jenes Sandsteins gefunden hat. Der anatomische Bau dieses Riesenvogels zeigt ferner an, dass er wie alle anderen Straussenarten pflanzenfressend war. Die Stärke seiner Halswirbel und die ungewöhnlich starke Entwickelung seiner Beine weist darauf hin, dass seine Nahrung in Wurzeln bestand, welche auch die Nahrung des Kiwi sind. In der Flora von Neuseeland fehlen die Gramineen und andere reichliche Früchte tragende Pflanzenfamilien. Dagegen treten gesellschaftliche Farrenkräuter auf, die starke, amylumhaltige, geniessbare Wurzeln haben. Von diesen kann der Moa gelebt haben.

Als vor undenklichen Zeiten die Urväter der jetzigen Inselbewohner auf Neuseeland ankamen, fanden sie bei dem Mangel an Säugethieren nicht die nöthige Fleischnahrung, mit Ausnahme von Fischen, Mollusken und kleinen Vögeln, und waren wohl genöthigt, einen Kampf gegen die grossen unbehilflichen Vögel zu führen, der ein Vernichtungskampf wurde. Die grösseren Arten wurden dabei ohne Zweifel zuerst, die kleineren zuletzt vertilgt. Prof. Owen ist geneigt, die Entstehung des in Neuseeland viel mehr als auf anderen Inseln Polynesiens verbreiteten Cannibalismus in die Zeit zu setzen, wo die Eingeborenen gar keine Mittel mehr hatten, das Bedürfniss nach Fleischnahrung zu befriedigen. Es ist möglich; wie aber dem auch sei, es ist ausgemacht, dass seit der wohlthätigen Einführung der Schweine durch Capitän Cook der Gebrauch, Menschenfleisch zu essen, allmählig abgenommen hat. Den Hund fand dieser schon auf Neuseeland und als Nahrungsmittel dort im Gebrauch. Er führt auf jenen Inseln den spanischen Namen *Pero*. Er ist wahrscheinlich ein Geschenk von Europäern, von jenen kühnen spanischen Seefahrern, denen das Stille Meer schon gut bekannt war, die indessen aus ihren Entdeckungen ein Geheimniss machten.

Die unbehilflichen Moa konnten dem von allen Seiten herkommenden Angriff nicht widerstehen, sie konnten, wie alle strauss-

artigen Vögel, dem Untergang nicht entrinnen. Kein Vogelgeschlecht hat durch die Menschen so viel gelitten, wie dieses. Wo in Australien der Mensch mit seinen Viehherden erscheint, da verschwindet der Emu in einigen Jahren; was davon entrinnt, zieht sich in die Wälder von Eucalyptus und Casuarina jenseits der blauen Berge zurück. Wo sind die Strausse des Caps der guten Hoffnung, wie sie noch Sparrmann, Burchel u. A. im Bereich der Colonie sahen? Die americanische Rhea ist in den Plataprovinzen schon fast verschwunden und selbst weiter südlich hat ihre Zahl sehr abgenommen. Der Casuar lebt nur auf einigen Inseln des indischen Oceans, der Kiwi ist auf Neuseeland beschränkt, der Dodo lebte nur auf Bourbon und Mauritius. Alle diese uns bekannten Struthioniden zeigen sich auf einen besonderen, zum Theil sehr eng begrenzten Wohnort beschränkt. Sie sind insgesammt wegen des Mangels an Flügeln ziemlich unbehilflich, und selbst der flüchtigste von allen, der africanische Strauss, unterliegt leicht den Nachstellungen des Menschen. Was Wunder, dass gerade diese Thiere die ersten Opfer des sich ausbreitenden Menschengeschlechts wurden. Weniger litten sie durch die Urbewohner, als durch die Menschen, die mit den unerschöpflichen Hilfsmitteln der Civilisation gewaffnet, mit Pferden und Hunden den kleinen Wohnplatz streitig machten, der ihnen von der Schöpfung angewiesen war, im Einklang mit ihrer Organisation und ausgerüstet mit der ihnen zuträglichsten Nahrung. Der Mensch scheint im grossen Haushalt der Natur die Umgestaltung der Erdoberfläche ausführen zu müssen. Diese Aufgabe kommt ihm indessen nicht allein zu. Die Einführung eines Thiers, einer Pflanze in ein fremdes Land hat denselben Erfolg; wir sehen dadurch, indem sie sich verbreiten, häufig die eingeborenen in ihrem Verbreitungsbezirk eingeschränkt, unterdrückt oder in nachtheiligem Kampfe um Raum und Nahrung, wobei sie endlich unterliegen. Ja selbst zwischen den verschiedenen Menschenraçen zeigt sich Aehnliches. Oder haben die Indianerstämme Americas, die armen Vandiemensländer, von denen jetzt auch der letzte verschwunden ist, haben die Urbewohner der westindischen Inseln ein anderes Loos gehabt, als die Dronte und der Moa? Sie theilen das Loos der Tausende von Pflanzen und Thieren, welche in den Epochen der Gestaltung und Umgestaltung der Erdrinde vernichtet worden sind. Allg. Zeit. 1846, Beilage Nr. 226 und 227.

Von den thierischen Resten, die man im Alluvium findet, fallen besonders die *Menschenreste* auf, die man im Torf, in Schutt- und Sandablagerungen, in Kalktuffabsätzen und in Höhlen antrifft. Im Torf erhalten sich thierische Reste vermöge seiner Zusammensetzung und fortschreitenden Umwandlung, S. 93, 339, wobei sich immer Kohlensäuregas und Kohlenwasserstoffgas entwickeln, der eindringende Sauerstoff der Luft absor-

birt wird, ausserordentlich lange. Die *antiseptische*, d. i. fäulnisswidrige Eigenschaft des Torfs ist allgemein bekannt. Es kann daher nicht befremden, wenn man im Torf menschliche Leichname findet, die, obschon sie Jahrhunderte lang darin begraben liegen, doch noch ziemlich gut erhalten sind. S. 343. An der Küste von Guadeloupe fand man in eine Kalktuffmasse eingeschlossen, die sich immer noch fortbildet, mehrere Menschenskelette *), von Corallen, Muschelresten des umliegenden Meeres und von Landschnecken begleitet, die heute noch auf der Insel leben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Reste von Menschen herrühren, die an der Küste verunglückt sind. S. 450. Aehnliche Vorkommnisse wurden zu Santas in Brasilien beobachtet. S. 451. Im Gangesdelta fand man Menschenknochen 19 Fuss tief in Schutt begraben. Im Sande der africanischen Wüsten findet man öfters menschliche Leichen, die von der Sonnenhitze ganz ausgetrocknet sind. In Höhlen hat man in Frankreich und Belgien, theils zusammenliegend mit Werken von Menschenhand, theils mit Knochen jüngerer und älterer Thiere Menschenknochen gefunden, die in jenen Gegenden verschwunden sind. Es scheint, dass sich die Menschenknochen besser erhalten, als die Thierknochen. Man will, wo man beide, wie z. B. auf Schlachtfeldern, aus gleicher Zeit abstammend, gefunden, die Beobachtung gemacht haben, dass sie durchgehends besser erhalten sind.

Wenn man daher Menschenreste nicht nur in älteren, sondern in den allerjüngsten Bildungen findet, die unter unseren Augen fortwährend noch erzeugt werden, so ist der Grund

*) Diese Menschenskelette gehören nach den neuesten Untersuchungen Individuen der wilden Volksstämme an, *Galibis* genannt, welche die Insel Guadeloupe bewohnten, ehe die Caraiben sich derselben bemächtigten. Der bekannteste Fundort dieser Galibiknochen ist unfern des Fleckens le Moule, auf den Ländereien eines H. Morrel. Das Gestein, welches sie einschliesst, bildet sich durch Kalkabsatz von Quellen ununterbrochen fort und schliesst in seinen jüngsten obersten Lagen Meermuscheln ein. In diesen fand Duchassaing das Calcareum eines Hundes, mit ganzem Gallertegehalt und ein Feuersteinbruchstück. Hunde und Feuersteine wurden erst durch Europäer auf die Insel gebracht, woraus sich wieder die neue Abstammung der menschlichen Gebeine ergibt.

Dr. P. Duchassaing, über die geologische Beschaffenheit des niederen Theils von Guadeloupe, genannt Grande-Terre, im Bull. géolog. 2. Serie IV. und daraus im Jahrb. für Min. 1849, Heft 5.

davon nicht in ihrer Vergänglichkeit zu suchen; er liegt einfach darin, dass der Mensch der *jüngsten* Epoche der Erde angehört. Die Existenz des Menschengeschlechtes beginnt erst nach den letzten Umwälzungen, welche die Erde erlitten und die Jetztwelt mit allen Wesen, die gegenwärtig auf ihr leben, hervorgerufen hat. Die Geschichte der Menschheit fängt erst nach dem Tode aller antediluvianischen Thiergeschlechter an, in der jetzigen Periode verhältnissmässiger Ruhe. Was dem *Reich des Menschen* voranging, das in der Gegenwart waltet und der ganzen Natur die Gesetze seiner Intelligenz aufdrückt, erscheint wie von Stufe zu Stufe vorgebaut zur Erreichung der hohen Stellung des Menschen. Er herrscht als ein geistiges Wesen, als eine bevorzugte Gattung über die Natur und strebt mit Bewusstsein nach intellectueller und moralischer Vervollkommnung, indem er den Charakter des Thieres ablegt, der ihn mit den niederer stehenden Geschöpfen verbindet.

Einschliessung organischer Reste in die Bildungen des Alluviums.

Wenn wir die Art und Weise kennen lernen, wie in der gegenwärtigen Periode organische Reste begraben werden, und wie sie in einen versteinerten Zustand übergehen, so gewährt dies schon an und für sich ein grosses Interesse. Es erlangt die Kenntniss dieser Vorgänge aber dadurch noch eine besondere Wichtigkeit, dass sie uns erläutert oder andeutet, auf welche Weise Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren in die älteren Formationen begraben wurden, die so reich daran sind, und auf welche Weise die Versteinerung vor sich gegangen ist.

Beginnen wir diese Betrachtung mit den niedrigsten thierischen Organismen, mit den *Infusorien.* Durch Ehrenberg's ausgezeichnete Untersuchungen ist festgestellt, dass in Sümpfen und stehenden Wassern, im Schlamm von Torfmooren, in der darin befindlichen ockergelben zarten Masse, die im getrockneten Zustande wie Eisenrost aussieht, sich unzählbare Mengen von Infusorien aufhalten. Es sind hauptsächlich solche Geschlechter, die mit einem festen Kieselpanzer versehen sind, der nach dem Tode dieser Thiere der Zerstörung widersteht. In dem gelben Schlamm ist vorherrschend die Gaillionella ferruginea vorhanden, deren Panzer nach ihrem Tode in die Zusammensetzung des Raseneisensteins eingehen. Zieht man diese Erze mit Salzsäure aus, so hinterbleiben die Kieselpanzerchen dieser

Thiere. In gewöhnlichen stehenden Wassern leben insbesondere Organismen, welche den Familien der Bacillarien und Navicellen angehören, deren Stellung wahrscheinlich richtiger bei den Pflanzen ist. Sie bilden vermöge ihrer erstaunlichen Fortpflanzungskraft in kurzer Zeit auf dem Boden eine mehr oder minder dichte Schicht, die sich an warmen Tagen an der Oberfläche erhebt und nach Sonnenuntergang wieder auf den Boden zurücksinkt. Eine jede solche Schicht besteht aus Millionen dieser kleinsten Organismen, deren Kieselpanzer nach dem Tode auf dem Grunde des Gewässers hinterbleiben. Die Schlammabsätze der Flüsse sind ebenfalls reich daran. S. 543 ff. Wo sie rein und unvermischt vorhanden sind, bilden sie Schichten eines weissen feinen, fast unfühlbaren Kieselsandes, die häufig mit gewöhnlichem Sand, Schlamm, Torf abwechseln, worin eine geringere Zahl von Infusorien lebt. Auf diese Weise begreifen wir die Bildung ausgedehnter Infusorienlager, wie dasjenige ist, worauf ein Theil der Stadt Berlin steht, S. 542, wie dasjenige in der Lüneburger Haide, das wahrscheinlich nur ein kleiner Theil eines weit ausgedehnten Infusorienlagers ist, das unter den obersten Bildungen der ganzen norddeutschen Ebene fortliegt.

Im Kieselguhr von Franzensbad in Böhmen, der wohl ein Kieselabsatz von Quellen ist und in einem Torfmoor vorkommt, hat Ehrenberg Infusorien des Geschlechtes Navicula gefunden, und darunter Gattungen, die heute noch leben; ebenso im Franzensbader Torf selbst. Aus allen diesen Verhältnissen ergibt sich, dass die Infusorien fortwährend an den Orten selbst, wo sie leben, nach ihrem Tode in Erdschichten eingeschlossen werden, und man überzeugt sich insbesondere von der Wichtigkeit, welche diese Thierchen für die neuesten und vorzüglich auch für die Süsswasserbildungen haben.

Die *Polythalamien* oder *Rhizopoden* spielen die Rolle der Infusorien am Meeresufer und halten sich vorzüglich gern an solchen Küsten auf, an denen ein feiner Sand liegt. In demselben, oder in Absätzen, die sich an den Küsten bilden, werden sie eingeschlossen. Sie leben niemals in grosser Tiefe und immer nur in einer schmalen Zone längs der Küste, hier aber in ausserordentlicher, unzählbarer Menge. Aeltere Formationen, welche sie einschliessen, geben dadurch zu erkennen, dass sie in seichten Meeren gebildet worden sind.

Die corallenbauenden *Polypen* errichten, wie wir S. 549 ff. gesehen haben, Riffe und Inseln von untermeerischen Felsen herauf bis an die Oberfläche des Oceans, sterben in ihren Kalkgehäusen ab und bilden im Stillen Ocean, in den Indischen Meeren, im tropischen Theil des Atlantischen Meeres und im Rothen Meer grosse poröse Felsenmassen, die von kalkigen Absätzen des Meeres durchdrungen und zu fester Steinmasse verbunden werden. Einzelne Corallenstämme werden am Rande der Riffe und Inseln losgerissen, von den Wellen auf die Höhe derselben geworfen oder ans Festland geschleudert und gehen hier in Litoralbildungen ein. Diese Corallenbauten der gegenwärtigen Periode sind so gross und ausgedehnt, dass sie allen älteren corallenführenden Kalkbildungen an die Seite gestellt werden können und deren Entstehung zureichend erklären.

Muscheln und *Schnecken*, die im süssen oder salzigen Wasser leben, an den Ufern oder auf dem Boden der Flüsse und Seen, an den Meeresküsten, in seichten Meeresstellen, an Klippen, auf Sandbänken oder im tiefen Meere sich aufhalten, werden unter verschiedenen Verhältnissen in Sand-, Schlamm- und Kalkbildungen eingeschlossen. Fluss-, See-, Ufer- und Hochmeer-Bildungen enthalten aus diesem Grunde zahlreiche Molluskenreste. Angeschwollene Flüsse führen zur Zeit des Hochwassers mit anderen Gegenständen auch die Mollusken ihres Bezirks mit sich fort und setzen sie mit Sand und Schlamm und eingewickelt in diese in ruhigen Wasserstellen wieder ab, auf Inseln im Flusse, die überfluthet worden (wie wir es alljährlich bei den Rheininseln sehen), in Seebecken, in Meeresbuchten, und hier werden sie mit daselbst lebenden Meeresconchylien untermegt. Oefters auch stossen Stromwasser gegen Bänke und Barren an den Mündungen, wo im seichten süssen oder brakischen Wasser seit langer Zeit zahlreiche Muschelgeschlechter gelebt haben, oder es greift eine hohe Fluth oder eine Meeresströmung solche Niederlassungen an, reisst sie los, und so werden Litoralmuscheln und solche, die im seichten Wasser der Baien und Buchten, oder an den Mündungen grosser Flüsse leben, hinaus ins hohe Meer und auf seinen Grund geführt, allwo sie nicht fortleben können und begraben werden. Die Anhäufungen grosser Conchylienmassen, die man auf dem Meeresgrunde zwischen Gibraltar und Ceuta, bei Tory-Island, zwischen den Shetlandinseln und Nord-Irland u. s. w. gefun-

den hat*), sind wohl nichts Anderes, als Absätze von Muscheln und Schnecken, die in Folge der angedeuteten Einwirkungen der Fluthen und Strömungen des Meeres auf die Ufer, Buchten, Sandbänke, dort losgerissen und ins offene Meer geführt worden sind. Werden derartige Conchylienlagen von Kalk- oder Schlammabsätzen durchdrungen und bedeckt, wiederholen sich diese Bildungen mehrfältig, so entsteht eine Schichtenreihe, worin abwechselnd Schichten liegen, die von Schalthierresten ganz erfüllt sind.

Die Conchylien, welche nicht festgeheftet sind, sondern frei an den Ufern des Meeres leben, graben sich meist in den Sand und Schlamm ein und versenken sich in diese, oder sie bohren sich in die Felsen der Meeresküsten ein. Pinna, Chama Cardium gehören zu den ersteren, Solen. Pholas zu den letzteren. Jene senken sich stets so ein, dass die an ihrem Hintertheil befestigten Athmungsröhren senkrecht nach oben stehen und das offene Ende derselben an der Oberfläche der Sand- oder Schlammschicht erscheint. An senkrechten Felsen bohren sich die Pholuden so ein, dass der gebohrte Canal eine wagrechte Lage hat. Es kann überhaupt als allgemeines Gesetz ausgesprochen werden, dass die meisten der lebenden Conchylien in ihrer natürlichen Stellung einen rechten Winkel mit der Oberfläche bilden, unter welcher sie verborgen sind, und dass ihr Hintertheil mit den Athemröhren gegen diese Oberfläche hin gerichtet ist. Darnach lässt sich mit Beobachtung ihrer Lage im versteinerten Zustand in den Gebirgsschichten beurtheilen, ob sie sich in natürlicher Lage an ihrem ehemaligen Wohnort befinden oder eine Veränderung ihrer Stellung erlitten haben.

Wellen, Fluthwasser, Strömungen, die gegen die Küste laufen, werfen mit Sand und Geröllen auch Schalthiere und andere organische Gebilde ans Land, wodurch Anhäufungen entstehen, die durch Kalk- und Schlammabsätze verkittet, eine Menge abgestorbener Thierreste einschliessen. In dieser Beziehung ist die fortdauernde Sandsteinbildung auf Gran-Canaria von grossem Interesse, S. 446, sowie die Strandbildung auf Guadeloupe und im ganzen Archipel der Antillen. S. 450. Auf gleiche Weise wie die Schalthiere werden an den Küsten auch

*) Lyell, Principles of geology, Vol. III.

die *Echinodermen* eingeschlossen. Von den *Seesternen* sind namentlich der *gemeine Haarstern* *) (Encrinus pusillus, in der That aber eine Comatula) und die *Meerpalme* (Encrinus Caput Medusae LAM.), Isis Asteria LINN. den versteinerten Crinoideen sehr ähnlich. Letztere brechen nach ihrem Tode häufig ab, so dass der Körper mit seinen Strahlen vom Stiel getrennt wird und auch die Glieder desselben auseinander fallen. Man hat deren bei Isis Asteria über 60,000 gezählt und begreift hiernach, wie dieselben in älteren Formationen, wo sie als *Rädersteine* oder *Trochiten* vorkommen, ganze Schichten erfüllen können.

Die *Röhrenwürmer*, die an den Küsten aufrecht im Sande stecken, oft schaarenweise beisammen, einzelne in Millionen angehäuft (Armicola piscatorum) oder auf Steinen und Muscheln aufsitzen, unterliegen der Versteinerung wie diese. Bei der jugendlichen Kalkbildung in den Antillen bilden einige Arten sehr kräftiger Serpulen, mit zahlreichen Balanen untermengt, streckenweise die Hauptmasse des dortigen sogenannten Madreporenkalks.

Die *Landconchylien* werden häufig an den Orten selbst, wo sie leben, in die Erdlagen eingeschlossen, da viele von ihnen sich in den Boden einsenken, in Löchern verborgen dort absterben, wobei ihre Schalen erhalten und in die Erdlagen eingeschlossen bleiben. Andere, die ganz auf der Oberfläche leben, hinterlassen hier ihre Schalen. Quellwasser, die Kalkabsätze machen, damit in Berührung kommen, lagern Kalk dazwischen und darüber ab; es entsteht nach und nach eine Tuffmasse, und in diese können, je nach der Dauer ihrer Bildung, viele Generationen dieser Conchylien nach einander eingeschlossen werden. An den Ufern von Seen, in beckenartigen Erweiterungen von Flüssen, Süsswasserbecken der verschiedensten Art leben *Süsswasser-Mollusken* in Bezirken, die unmittelbar

*) Encrinus pusillus THOMPSON, früher auch unter dem Namen Pentacrinus europaeus beschrieben, ist eine niedliche kleine Meerlilie, die an den Küsten von England und Irland lebt und zur Gattung Comatula gehört. In ihrem Jugendzustand ist sie durch einen Stiel festgeheftet, der allmählig schwindet, bis das Thier sich von demselben ganz loslöst und dann frei umherkriecht. Eine für die Palaontologie bedeutsame Verwandlung.

an den Landbezirk angrenzen, auf welchem *Landmollusken* leben. Hier werden beiderlei Geschlechter und Arten nach ihrem Tode am Ufer unter einander gemengt. Wenn nun einem solchen Wasserbecken grössere Mengen kalkreicher Quellwasser zugeführt werden und sich Kalkabsätze in demselben bilden, so werden die Land- und Süsswasser-Conchylien mit einander in dieselben eingeschlossen. Unter solchen Umständen sind zahlreiche Tuffablagerungen des Alluviums gebildet worden, die beiderlei Conchylienreste einschliessen. Bäche und Flüsse, welche die Ufer angreifen, oft übersteigen und das anliegende Land überschwemmen, führen zahlreiche Schalthiere des Landes fort und setzen sie in verschiedenen Entfernungen da und dort (S. oben S. 364) wieder ab, wo sie, in mannigfaltige Gebilde eingeschlossen, der Versteinerung unterliegen.

Die *Fische*, welche unter den jetzt lebenden Wirbelthieren sich besonders dadurch auszeichnen, dass sie in grossen Massen auftreten, werden unter verschiedenen Umständen getödtet und in Erdschichten eingeschlossen. Flussfische suchen während der Zeit der Anschwellungen vor der heftigen Strömung der grösseren Wassermasse, vor dem Sand und Kies, überhaupt vor dem Detritus, der mit den Wassern fortbewegt wird, Schutz in ruhigeren Stellen, und versammeln sich hier in sehr grosser Zahl. Ungewöhnliche Anschwellungen und fortstürzendes Hochwasser ergreifen sie aber öfters auch hier, führen sie mitten in die schuttbeladene tobende Wassermasse hinein, wobei sie umkommen und in die Absätzte eingeschlossen werden, welche die Gewässer im Rinnsal des Flusses, in einem Seebecken oder im Meer anlegen. In Süsswasser-See'n und kleineren Wasserbecken, wo die Weissfische mitunter in ungezählten Schwärmen auftreten, kommen sie bei Austrocknungen um, oder wenn dem Wasser in grosser Menge Kalk zugeführt, demselben ein schädliches Gas, Kohlensäuregas, Schwefelwasserstoffgas eingemengt wird, wenn Meerwasser eintritt oder ein Meereseinbruch erfolgt. In letzterer Beziehung ist besonders der von Forchhammer beschriebene Einbruch der Nordsee in den Liimfjord in Nordjütland beachtenswerth, S. 421, durch welchen der plötzliche Tod fast aller Süsswasserfische des fischreichen See's herbeigeführt wurde, von denen Millionen an's

Land getrieben, und zweifelsohne grosse Massen in die miteinbrechende Sandmasse begraben worden sind. S. 422. Durch Stürme, Sturm- und Springfluthen werden häufig Meerfische an die Küste geworfen, und dort in jugendliche Strand- und Küstenbildungen eingeschlossen. An den Küsten von Island werden bekanntlich Fischreste häufig in den bläulichen Schlamm des Strandes eingewickelt, der bald erhärtet. Sie sind ein ganz den, Fischreste einschliessenden, Thon-Sphäroiden der Saar-Kohlenbildung analoges Gebilde.

Von den Meerfischen leben insbesondere die Häringe und die Kabeljau (Stockfische), überhaupt die Schellfische, die Lachse, die Thunfische in grossen Schwärmen beisammen. Werden diese unter gewissen Umständen getödtet, so sinken nach der Zersetzung der Weichtheile ihre unverweslichen Skelette nieder auf den Meeresgrund, und bilden da bedeutende Anhäufungen, die durch Strömungen stellenweise noch vergrössert werden können. Capitän Vidal fand an der Nordwestküste von Irland in einer Tiefe von 80—90 Faden eine Lage von Fischknochen in einer Ausdehnung von 2 Seemeilen auf dem Meeresgrunde liegen; zwischen den Shettland-Inseln und Irland beobachtete man in 61° 50′ Breite und 9° 30′ Länge (Greenwich) in einer Tiefe von 45 Faden eine 3½ Meilen lange Fischknochen-Ablagerung *). Setzen sich darauf Sand-, Thon- und Schlamm-Massen ab, die durch irgend ein Bindemittel verkittet werden, so entstehen feste Schichten, die von darin begrabenen Fischresten ganz erfüllt sind. Als Ursachen, welche den Tod grosser Mengen Seefische herbeiführen, können wir vorzüglich vulcanische Ausbrüche betrachten, welche sich im Meere selbst ereignen, oder glühende Lavaströme, Bäche von saurem Wasser, die von Vulcanen des Landes bis in das Meer dringen. In Folge des Ausbruchs, durch welchen Lancerote, eine der canarischen Inseln 1730 verwüstet wurde, war das Meer in einer so grossen Ausdehnung von faulenden Fischen bedeckt, dass man sich der Insel kaum bis auf mehrere Meilen nähern konnte. Der Ausbruch, der 1831 die ephemere Insel *Ferdinandea* im Süden und nahe der sicilianischen Küste zur Erscheinung brachte, wurde den Küstenbewohnern durch die grosse Menge todter Fische an-

*) Lyell, Principles of Geology, Vol. III.

gezeigt, die an's Ufer trieben. Auch als ein Vulcan auf Java einen starken Bach in's Meer sendete, dessen Wasser durch Schwefelsäure gesäuert war, kamen viele Fische um. Bei solchen Katastrophen werden in der betreffenden Meeresgegend nicht nur Fische, sondern natürlich auch andere Bewohner des Meeres getödtet, deren unverwesbare Theile mit denen der Fische auf seinen Grund niedersinken. Wir können annehmen, dass die einzelnen Anhäufungen fossiler Fische, die in verschiedenen Formationen des Sedimentgebirges vorkommen, durch Umstände der angegebenen Art verursacht worden sind. Ein wesentlicher Unterschied im Vorkommen der Fischreste im Vergleich mit denjenigen der Conchylien liegt darin, dass die fossilen Fische nicht wie jene gleichmässig über grosse Strecken verbreitet sind, sondern stellenweise, da und dort, einzelne Anhäufungen bilden, wie zu Oeningen, am Monte Bolca, zu Glaris, zu Sheppey und an einigen anderen Orten, was genügsam andeutet, dass die Katastrophen nicht allgemein, sondern auf gewisse kleinere Bezirke gewirkt haben.

Die *Amphibien* und *Reptilien*, von welchen ein grosser Theil ihrer Natur nach an feuchten und sumpfigen Orten leben, wie die meisten Frösche, Eidechsen und Schlangen, oder im Wasser, in See'n, Lagunen, Flüssen, in den Deltas ihrer Mündungen, wie Krokodile und Alligatoren. In Flüssen und Deltas sind sie den oftmals plötzlich eintretenden, verwüstenden Anschwellungen ausgesetzt, und gehen dabei mitunter in grösserer Zahl zu Grund, wo dann ihre Körper in die Schutt- und Schlamm-Massen begraben werden. So war es der Fall bei der grossen, plötzlichen Flussüberschwemmung, welche auf Java 1699 in Folge eines Erdbebens eintrat. Dehnt sich eine solche Ueberschwemmung weit aus, greift sie tiefer in das Land ein, so werden auch solche Amphibien und Reptilien, die darauf leben, getödtet, fortgeführt und in die Detritusmassen begraben. Die Reste kleinerer Thiere dieser Abtheilung werden nach der Beschaffenheit ihrer Wohnorte, besonders in kleinen Wasserbecken und Lachen, in den Kalkabsätzen und Tuffen sich vorfinden, die darin gebildet worden sind, während die Reste von Krokodilen in den Delta- und Strandbildungen liegen. Hier wird man auch die Schildkrötenreste antreffen. Die Schildkröten leben zwar im Meere, sie

halten sich aber vorzüglich in der Nähe der Küsten, auf dem Strande und an Flussmündungen auf, in welche sie zur Legezeit hinaufsteigen, um ihre Eier im Sand des Ufers zu verscharren. Häufig graben sie dieselben auch in den Sand des Strandes ein. Auf der Insel Ascension hat man vor einigen Jahren Schildkröteneier unter sehr interessanten Verhältnissen in ein jugendliches Conglomerat eingeschlossen gefunden, das sich am Strande aus Muschel- und Corallentrümmern, welche die Wellen anwerfen, gegenwärtig immer fortbildet, und mit der Zeit so erhärtet, dass es vielfältig als Baustein angewendet werden kann. Man fand nämlich in diesem Conglomerate in einem etwa hundert Schritte von der See entfernten Steinbruche mehrere beinahe vollkommen ausgebrütete Schildkröteneier, in deren Innerem man die Knochen des jungen Thieres sieht, zwischen denen fest zusammengebackene Sandkörner liegen *). Wahrscheinlich lagen die Eier einst beinahe ausgebrütet im warmen Sand des Strandes, als eine grosse Welle sie mit so viel Sand bedeckte, dass die Sonnenstrahlen nicht mehr durchdringen und erwärmen konnten, in Folge dessen der Fötus erkaltete und starb. Zu gleicher Zeit scheinen die Schalen der Eier zerbrochen worden zu sein, wobei Sand in das Innere drang.

Die *Krebse* theilen im Wesentlichen die Verhältnisse der Schalthiere, treten aber nur vereinzelt auf. Die *kurzschwänzigen* Krebse oder *Brachyuren*, zu denen die Krabben oder Taschenkrebse gehören, sind mehr zum Aufenthalt auf dem festen Lande oder an den Küsten bestimmt, während die *Makruren*, mit einem langen Schwanz versehen, wie die gewöhnlichen Flusskrebse und die Hummer, zum Schwimmen eingerichtet sind, und im Wasser leben.

Die *Insekten*, vorzugsweise Landthiere, unterliegen nach ihrem Tode, vermöge ihres Baues, einer baldigen Zertheilung. Ihre trocknenden oder faulenden Reste werden von anderen Arten aufgezehrt, oder vermodern schnell, und werden so den obersten lockeren Erdlagen eingemengt. Man findet daher nur in Bildungen, welche unter Wassereinfluss erfolgten, ihre Reste; in Thon- und Schlammablagerungen, in Tuffbildungen. Indi-

*) Lyell, ebendaselbst.

viduen, die auf Wasserflächen fallen, auf die Fläche eines See's oder Flusses, können ihre Form erhalten.

Die *Vögel*, welche dem Luftkreise angehören, konnten vermöge ihrer Organisation in den mehrsten Fällen leichter als andere Thiere den Katastrophen entrinnen, die von Zeit zu Zeit Theile der Oberfläche umgestalteten. Man findet sie daher nur selten in Bildungen der gegenwärtigen Zeit eingeschlossen. Sie konnten den grossen Fluthen leichter entrinnen, die auf die Erhebung und Senkung der Continente, auf den Durchbruch von Meeren folgten. Auch heisse Dämpfe und Gase, die aus Vulcanen aufsteigen, aus Erhebungskrateren hervorbrechen, bei Erdbeben ausströmen, wirken weniger nachtheilig auf sie ein, als auf Land- und Wasserthiere, da sie entfliehen können. In früheren Epochen war aber der Bau der damals lebenden Vögel weniger vollkommen; ihre ältesten Reste zeigen, dass ihre Athmungsorgane weniger entwickelt, dass sie weniger geschickt zum Fliegen waren, wie die Struthioniden, wie *Dodo* und *Moa*, die ausgerottet worden sind. Bei solcher Organisation können sie wie andere Landthiere in Absätze eingeschlossen werden.

Die *Säugethiere* werden auf mannigfaltige Art getödtet und in Ablagerungen der gegenwärtigen Periode begraben. Sie versinken in Moorgründen, Schlamm-Massen, brechen im Eise ein, stürzen von Höhen herab, fallen in Spalten, werden in Höhlen verschüttet, durch Ueberschwemmungen getödtet und durch Sandstürme. Torfmoore sind nicht selten mit einer trügerischen Decke versehen, durch welche die Thiere durchbrechen; sie ersaufen und bleiben in dem torfigen Wasser gut erhalten. In den Savanen des südlichen Americas werden nach A. v. Humboldt während der periodischen Anschwellungen der grossen Flüsse jährlich sehr viele Säugethiere getödtet. Zur Zeit der Anschwellungen des *Apure* gehen Tausende der wilden Pferde zu Grund, die in den Savanen weiden, ehe sie die höher liegenden Llanos erreichen können. Bei den Ueberschwemmungen, die von Sturmfluthen verursacht werden, die Regengüsse in den gemässigten Zonen bewirken, kommen immer viele Quadrupeden um, und ebenso bei den ungleich selteneren, durch Erdbeben verursachten Ueberschwemmungen. Bei dem oben angeführten Erdbeben auf Java brachte der angeschwollene Batavia-Fluss nebst einer unzähligen Menge von

Fischen auch getödtete Büffel, Tiger, Rhinoceros, Affen aus dem Gebirge herab. Unter allen diesen Umständen werden die Körper der getödteten Thiere, wenn die erste Fäulnissperiode vorüber ist, bei der die Gase dieselben schwebend erhalten, in Schlamm, Sand, Detritus eingeschlossen. Manche derselben werden auf weite Strecken fortgeschwemmt, von Raubthieren zerstückelt, und gelangen in zerstreuten Theilen in die Absätze. An den Flussmündungen und Deltas wird immer die grösste Zahl der Reste und werden die am besten erhaltenen Skelette abgelagert. Nach der Zersetznng der weichen Theile gehen die Knochen nach und nach in den fossilen Zustand über, in dem Verhältniss, als an die Stelle des verwesenden Körpers Kalk- oder Thontheile treten. Sandstürme, welche ganzen Caravanen verderblich sind, überdecken und vernichten auch die wilden Thiere der Wüsten. Auf eine besondere Weise werden Thierreste manchmal in Höhlen geführt und dort begraben; wenn nämlich Bäche durch Spalten herab sich in dieselben ergiessen und nebst Thon und Sand auch thierische Reste mit sich führen. Eine belehrende Beschreibung eines solchen Verhältnisses verdanken wir Boblaye, der dasselbe in Morea, vorzüglich in der Gegend von Tripolitza beobachtete. Eine Anzahl im Kalkgebirge liegender Höhlen steht mit der Oberfläche durch Spalten in unmittelbarer Verbindung. In der Regenzeit stürzen sich Giessbäche hinein und verschwinden. Die Einwohner nennen diese Spalten *Kata vothra*, *Höhlenschlünde*. Im Innern der Höhlen liegen Pflanzen- und Thierreste in dem röthlichen Schlamm, den die Wasser von der Oberfläche herabführen. In einer dieser Höhlen fanden Boblaye und Virlet auch Menschenknochen, die von Erschlagenen des letzten türkisch-griechischen Krieges herstammten. In der trockenen Jahreszeit wohnen Füchse und Schakals in diesen Höhlen, und schleppen Thierreste dahin, die ihnen zur Nahrung dienen. Diese werden beim nächsten Eindringen der Tagewasser mit jenen organischen Resten vermengt, welche diese hereinführen.

Von *Pflanzen*, die auf dem Lande wachsen, an Bächen, Flüssen, See'n, werden abfallende Theile, Blätter, Samen, Früchte, häufig auf die Oberfläche des Wassers geführt. Sie sinken nach einiger Zeit unter, oder werden durch Winde und Strömungen stellenweise angehäuft und nach und nach in

Thonschlamm oder Kalkabsätze eingewickelt, oder in Torf verwandelt. Wachsen Pflanzen am Rande incrustirender Quellen oder an Wasserbecken, aus denen sich Kalk absetzt, so werden sie in die Tuffe oder in die Kalkschichten eingeschlossen, und bleiben darin häufig sehr gut erhalten. Stehen sie an den Ufern eines Flusses, der Anschwellungen hat, das Uferland unterspült und einreisst, so fallen grössere und kleinere Pflanzenorganismen, Strauch- und Baumgewächse, in die Fluth, schwimmen so lange, bis sie ganz durchtränkt sind, sinken alsdann unter, oder werden an ruhigen Wasserstellen, in Buchten, hinter Vorsprüngen und Barren, in Seebecken oder an den Mündungen der Flüsse in's Meer, in Deltagegenden abgesetzt, und hier mit Schlamm, Sand und Detritus bedeckt. Dehnen sich Flussüberschwemmungen über grössere Länderstrecken aus, so werden auch Pflanzen von entfernteren Standorten in die Strom-Masse geführt, und erfolgen endlich Ueberschwemmungen in Folge starker, über grosse Flächen ausgedehnter Regengüsse, so werden Pflanzen aus grossen Entfernungen und auch von höheren Punkten durch zahlreiche Zuflüsse der Flussrinne zugeführt. In den Tropenländern führen die Flüsse mächtige Flösse von *Treibholz* dem Meere zu, wobei es theils in die Deltas, theils in das freie Meer hinausgetrieben wird. Asiatische und americanische Flüsse führen auf diese Weise alljährlich ungeheure Holzmassen aus dem Innern der Continente in's Meer. Die enormen Quantitäten Treibholz, welche die grossen Ströme Americas aus den Urwäldern dem Ocean zuführen, machen es möglich, dass viele baumlose nordische Gegenden noch bewohnbar sind. Der Golfstrom führt die Holzmassen nördlich herauf an die Küsten von Island, Spitzbergen, Grönland, und überschüttet sie gleichsam damit. Viele Anhäufungen schwimmender Hölzer an Flussmündungen, oder in Buchten, *sinken unter*, wenn die Holzfaser durch langes Liegen im Wasser einmal ganz durchtränkt ist. So entstehen auf dem Grunde mehr oder minder beträchtliche Holzlagen, die von Schlamm und Sandablagerungen bedeckt werden. Wiederholt sich dies, so entstehen nach und nach Wechsellagerungen dieser Gebilde, und die Holzmasse verwandelt sich im Laufe der Jahrhunderte allmählig in Braunkohle. Liegen die Hölzer in einem Wasser, das Kieselsäure in Auflösung enthält, Kalk oder Eisen, so werden sie davon theilweise oder ganz durch-

drungen, indem die Flüssigkeit durch die Wände der Zellen und Röhren in diese eindringt und sie mit fester Substanz ausfüllt. Dabei wird die organische Faser allmählig zersetzt und die unorganische Substanz an ihrer Stelle abgelagert. Man findet vorzüglich das Holz der Coniferen oft auf diese Weise durch einen wahren Imprägnations-Process versteinert.

Von den *Meerespflanzen* sind es vorzüglich die *Tange* und *Fucusarten*, welche in grosser Menge auftreten, und demzufolge Ablagerungen bilden können. Fucus vesiculosus und insbesondere Fucus natans Turn. (Sargassum vulgare Agh.) erscheinen in ausserordentlicher Menge, und der letztere erscheint namentlich an der Ostküste Südamericas oft in ungeheuren Massen in schwimmenden Lagen, die meilenweit die Meeresfläche bedecken. Von solchen Fucuslagen können einst die vielen Reste dieses Pflanzengeschlechtes abgesetzt worden sein, die manche ältere Formationen einschliessen.

Die Kenntniss der betrachteten Verhältnisse und geologischen Vorgänge in der gegenwärtigen Periode der Bildungen, die sich *vor unseren Augen* gestalten, führt zur Einsicht in die Vorgänge, welche bei der Bildung der älteren Schichten der Erdrinde stattgefunden haben, und zum Verständniss ihres Charakters. Man kann daher sagen, dass sie eine unentbehrliche Vorbereitung zum Studium der älteren Schichten, der älteren geologischen Perioden der Erde ist.

2. *Formation. Diluvium.*

Syn. Altes Alluvium; Alluvions anciennes; dépôts diluviens.

Die Periode, in welcher die Bildung der hierher gehörigen Massen erfolgte, die stets *unter* denen des Alluviums liegen, und mit denselben *niemals wechsellagern,* ist diejenige, welche der historischen Zeit unmittelbar vorherging und dieselbe einleitete. Ihre obersten und jüngsten Ablagerungen haben sich zum Theil selbst noch bis in die historische Zeit hinein gebildet. Die Hauptmassen bestehen aus Thon, Mergel, Lehm, Sand, Grus aus Schutt-, aus Trümmer- und Block-Ablagerungen, Tuffen und Conglomeraten. Sie haben eine ausserordentliche Verbreitung, sind über ganze Länder hin ausgedehnt, liegen bis auf grosse Höhen. Zerstreute Trümmer und Felsblöcke,

oft von Schuttmassen umschlossen, haben nicht selten eine solche Grösse, dass sie auf die erhabenen Punkte nur auf besonderem Wege können gekommen sein. Die Mächtigheit der einzelnen Ablagerungen ist beträchtlich und im Allgemeinen viel grösser als bei Alluvium. Sie übersteigt nicht selten 200 Fuss.

Sowohl in den losen als in den festen Diluvial-Massen eingeschlossen, so wie auch in Felsspalten und Höhlen abgelagert, kommen viele *organische Reste* vor, zumal Thierreste. Sie gehören zum grössten Theil Thierarten an, welche von den jetzt lebenden specifisch verschieden, und deren analoge Arten viel grösser und stärker sind, als in der historischen Zeit. Die lebenden Arten kommen nicht alle an den Orten vor, an denen man sie fossil findet. Manche davon leben jetzt entfernter, theils in kälteren, theils in wärmeren Gegenden, was anzeigt, dass die Temperaturverhältnisse in der Diluvialperiode sehr verschieden von denen der gegenwärtigen gewesen sind.

Es treten in ungewöhnlicher Entwickelung Fleischfresser auf, *Bären*, *Hyänen*, *Löwen*, *Tiger*, die an Grösse unsere jetzigen übertreffen. Neben diesen gewaltigen Raubthieren erscheint ein *Elephant*, der Elephas primigenius Blumenb., den die Russen E. mammonteus, *Mammuth*, nennen. Er ist im mittleren Europa überall zerstreut, wird von den Felsen von Gibraltar und den Hochebenen von Chili an bis herauf zum 66° N. Br. in Diluvialmassen gefunden und darin so häufig, dass seine wohl erhaltenen Stosszähne einen Handelsartikel ausmachen. S. 629 ff. Die Querstreifen seiner Backenzähne sind parallel, wie beim heute lebenden asiatischen Elephanten, die Blätter aber dünner und zahlreicher, als bei diesem. Nach diesen Elephantenresten finden sich aus der Abtheilung der Dickhäuter am häufigsten zwei *Rhinoceros*-Arten von eigenthümlicher Gestaltung, wovon das eine, Rh. tichorinus, ungemein lange Hörner hatte, die als Stützpunkt einer knöchernen Nasenscheidewand bedurften. Auch *Flusspferde* (Hippopotamus) kommen vor, zahlreiche Wiederkäuer, *Hirscharten*, darunter der *Riesenhirsch*, Cervus eurycerus, *Rehe*, *Ochsen*, *Antilopen*, ferner *Pferde*, *Schweine*, *Hunde*, *Tapire*, eine Menge von kleinen Nagethieren, einige *Vögel*, viele *Wasser*- und *Land-Conchylien*, und von Meeresthieren *Wallfische*, *Phoken* und *Delphine*.

In dieser Periode lebten auch die *Megatherien* (Megatherium Cuvieri), welche in Paraguay gefunden worden sind, gewaltige, schwerfällige Thiere mit ausserordentlich dicken Knochen, in der Grösse die Mitte haltend zwischen dem Elephanten und dem Nashorn. Sie haben Aehnlichkeit mit den Faulthieren, konnten aber nicht Bäume besteigen. Ferner lebten in der Diluvialperiode die *Mylodonten*, ebenso plumpe unbehilfliche, massive Thiere, wie die Megatherien, mit gleichlangen Füssen. Sie wurden in Sandlagern des Rio Plata bei Buenos Ayres gefunden. Vollständige Skelette dieser beiden eigenthümlichen Thiergeschlechter sind in London aufgestellt. Das *Ohiothier* (Mastodon giganteus), S. 664, lebte bis in die gegenwärtige Zeit hinein. Unter den vielen vorkommenden Pflanzenresten von Land- und Süsswasserpflanzen sind nur einige wenige, die heute nicht mehr an den Stellen wachsen, wo sie begraben liegen, wie z. B. Buxus sempervirens im Kalktuff zu Cannstadt.

Die verschiedenen Diluvialgebilde liegen in den Thälern und Ebenen, am Fusse der Gebirge, auch an den Gehängen, und bis auf die Gipfel der Berge und die Rücken der Gebirge. Sie ruhen unmittelbar auf älteren Formationen, bilden häufig am Ausgang der Thäler die Unterlage der Alluvialbildungen, von denen man sie an solchen Stellen in der Regel überdeckt sieht.

Nach der Lagerung und nach den vorkommenden Thierresten kann man dem Alter nach einige Bildungen sehr bestimmt unterscheiden. Es kann dies namentlich bei den genau untersuchten Diluvialbildungen des *Rheinthals* und der anliegenden Gegenden geschehen, die auch als Ausgangspunkte für die Vergleichung analoger Bildungen anderer Gegenden gelten können.

1. Der Löss.

Diesen Namen hat im Rheinthal das gelblich-graue lockere Mergelgebilde, welches am Fuss der beiderseitigen Gebirge in mächtigen Lagen, zumal zwischen Basel und Mainz, abgelagert ist. Es bildet die obere Grenze zwischen der jetzigen Zeit und der Diluvialperiode und wurde aus einer hochansteigenden, vorübergehenden Fluth, aus einem strömenden Wasser abgesetzt. Seine chemische Constitution und mineralogische Beschaffenheit zeigen an, dass es aus der Zerreibung kalkiger, thoniger und kieseliger Gesteine hervorgegangen ist. Im Allgemeinen kann der Löss als ein Gemenge von feinen Sandthei-

len mit Thon und kohlensaurem Kalk bezeichnet werden, das durch einen kleinen Gehalt von Eisenoxydhydrat gelblich gefärbt ist. Die genauere Zusammensetzung mehrerer Lössarten von verschiedenen Fundorten gibt untenstehende Tabelle:

Löss von:	Thon u. Sand.	Kohlens. Kalkerde.	Eisenoxydhydrat.	Kali.
Rothenfels im Murgthal . .	76.92	20.41	1.02	1.5
Altmalsch unfern Rastadt .	61.56	32.21	3.94	2.0
Carlshausen unfern Bretten .	75.98	17.01	5.76	1.89
Pforzheim im Enzthal . .	60.4	34.6	4.00	1.0

Dem kohlensauren Kalke ist eine kleine Menge Magnesiacarbonat beigemengt. Der Thon enthält immer einige Procente lösliches Thonerdehydrat. Dies, sowie der Kaligehalt gibt zu erkennen, dass der Lössmergel aus der Zerreibung und Verwitterung feldspathiger und kalkiger Gesteine hervorgegangen ist. Es haben krystallinische und kalkige Felsgebilde, welche in den Thälern der Alpen, im Jura, Wasgau und Schwarzwald vorherrschen und aus denen die Fluthen im Rheinthal zusammengelaufen sind, das Material zu demselben geliefert. Seine Ablagerung fällt in die Zeit der Milderung des Klimas und des Rückzugs der Gletscher, welche die Zerreibung und mechanische Zerkleinerung der Gesteine bewirkt haben.

Der Lössmergel ist ungeschichtet und gleichsam wie aus einem Guss, wie er als Absatz aus einer einmaligen, grossen, vorübergehenden Fluth es sein muss. Er ist an allen Vorbergen und Hügeln am Fuss des Schwarzwald- und Wasgaugebirges abgelagert, folgt allen Biegungen bis in die Thalmündungen hinein, umsäumt die Berge der Hardt und der Bergstrasse, die nördlicheren rheinischen Gebirge bis Andernach hinab und ist auch in den Seitenthälern des Rheins, im Neckar-, Enz-, Mainthal abgelagert. Das inselartige Gebirge des Kaiserstuhls im Breisgau ist, zumal an seinem Südende, bis hoch hinauf davon überdeckt, und ebenso sieht man das Gebilde an den dort vereinzelt liegenden Jurabergen. Die mittlere Mächtigkeit beträgt 200 Fuss und die durchschnittliche Erhebung über den Rheinspiegel 400 Fuss. Durch Tagewasser und Wegarbeiten

sind in ihm allenthalben nach verschiedenen Richtungen tiefe Einschnitte gebildet worden, Hohlgassen entstanden, deren steil abgeschnittene Wände nicht selten 30 bis 40 Fuss hoch dastehen. Regengüsse führen häufige Einstürzungen herbei; es trennen sich grosse Massen senkrecht von den Wänden ab und verschütten die Wege, oder es graben die Wasser tiefe Löcher und Spalten in der weichen Masse nieder, unterspülen Wände und bewirken so theilweises Abrutschen oder Einstürzen. An vielen Stellen liegen feste Knauer von Kalkmergel in stalaktitischen, mannigfaltigen Formen in der Lössmasse, die man *Kupsteine* heisst.

In allen bezeichneten Theilen seines Gebietes führt der Löss fossile Schneckenarten, die weiss sind, ein calcinirtes Ansehen und oft einen schwarzen oder braunen Ueberzug von Eisen- oder Mangandendriten haben. Stellenweise schliesst er eine grosse Menge von Individuen ein, aber auffallend wenige Species, fast ohne Ausnahme Landschnecken und zwar beinahe durchgehends solche Arten, welche jetzt feuchte und kühle Gebirgsgegenden zu ihrem Aufenthalt haben und von denen mehrere gegenwärtig in den Alpen bis hinauf zur Schneegrenze leben, wogegen die Arten, welche *gegenwärtig* die wärmeren Hügel und Ebenen des Rheinthals bevölkern, sowie die Wasserschnecken der Ebenen insgesammt fehlen.

Nach der Lage und den eingeschlossenen Conchylien unterscheidet man *Berglöss* und *Thallöss*. Zu jenem rechnet man die Hauptmassen des Gebildes, die vom Fuss der Gebirge an bis zur Höhe von 400 Fuss ansteigen; zu diesem den Löss, der nur in den Niederungen vorkommt und z. B. im Becken von Cannstadt die dortige Tuffbildung bedeckt. Im Ganzen hat man bis jetzt 27 Schneckenspecies im Löss gefunden; davon kommen 22 auf den Berglöss, unter welchen sich 15 Arten als die allverbreiteten, häufigeren und charakteristischen zeigen. Nach der Häufigkeit geordnet, sind dies folgende:

1. Succinea oblonga Drap.
 „ var. elongata A. Braun.

2. Helix hispida Linn. in mancherlei Formen, zum Theil kleiner als die kleinsten lebenden.

3. Pupa muscorum Drap., meist grösser als die lebende.

4. Helix arbustorum Linn., theils gross und mittelgross, theils

so klein, wie die in den höchsten Alpen lebende var. minor H. alpicola v. CHARP.

5. Clausilia parvula STUDER.

6. Pupa columella BENZ, welche als Analogon oder auch als verlängerte Varietät der lebenden Pupa edentula DRAP betrachtet werden kann.

7. Helix crystallina MÜLLER.

8. Clausilia gracilis PFEIFFER.

9. Helix pulchella MÜLLER, var. costata.

10. Helix montana STUDER, in mancherlei Formen und von den grösseren Varietäten der H. hispida kaum zu trennen.

11. Pupa dolium DRAP., var. plagiostoma, kaum von der lebenden abweichend.

12. Clausilia dubia DRAP., s. roscida STUDER, von der lebenden etwas abweichend.

13. Pupa pygmaea, s. Vertigo pygmaea MÜLLER, etwas dicker als die lebende.

14. Bulimus lubricus BRUGN.

15. Pupa secale DRAP.

Als sehr seltene Arten reihen sich diesen fünfzehn häufigeren und charakteristischen Arten des Berglöss noch folgende an, gleichfalls nach der Häufigkeit des Vorkommens geordnet:

16. Helix pygmaea DRAP.

17. „ fulva DRAP.

18. Limneus minutus DRAP.

19. Helix bidentata DRAP., die häufiger im älteren Diluvium auftritt.

20. Succinea amphibia DRAP., et var. minor.

21. Vitrina elongata DRAP.

22. Limax.

Im *Thallöss* des Cannstadter Beckens *) und in dem vielleicht auch dazu gehörigen Löss von Wiesbaden kommen vor:

*) Zur Beobachtung der Verhältnisse des *Thallöss* ist ganz besonders die Gegend von Stuttgart und Cannstadt geeignet. Er unterscheidet sich dort auch durch seinen mineralischen Charakter vom Berglöss, indem seine Massen lehmartig, fester und nicht selten durch eingemengte Theile des unterliegenden Keupermergels gefärbt sind. Man sieht den Thallöss mit den charakteristischen Conchylien zu Stuttgart an der alten Weinsteige, hinter dem Feuersee vor dem Calwer Thor, an der Reiter-

23. Helix costulata Ziegler, var. diluvii A. Braun, kommt auch bei Müllhausen im Elsass vor.

24. Helix sericea Müller, bis jetzt nur bei Wiesbaden gefunden.

25. Bulimus tridens Pfeiffer, Pupa tridens Auct.

26. Helix pulchella Müller, var. tenuilabris A. Braun, blos bei Wiesbaden.

27. Pupa s. Vertigo parcedentata A. Braun, bei Wiesbaden, verhält sich zu P. pygmaea wie H. tenuilabris zu H. pulchella.

Diese 27 Schneckenarten sind alle, mit Ausnahme einer einzigen, Landschnecken; die einzige Wasserschnecke ist so selten (Limneus minutus), dass unter 200,000 Exemplaren von Lössschnecken, die ich zusammengebracht habe, nur 28 Exemplare derselben gefunden wurden.

Unter den aufgeführten 27 Arten befinden sich:

a) achtzehn Species, welche nicht nur mit den jetzt lebenden vollkommen identisch sind, sondern auch, mit alleiniger Ausnahme der Helix bidentata, jetzt noch alle im Rheingebiet leben, wiewohl zum Theil in geringerer Verbreitung. So finden sich z. B. Clausilia gracilis und Pupa dolium, welche rheinabwärts im Löss bis in die Heidelberger Gegend nachgewiesen sind, gegenwärtig lebend nur in den obersten Landestheilen Badens, an der Schweizergrenze und häufiger in der Schweiz selbst,

b) eine Species, welche sowohl in einer Varietät vorkommt, die identisch mit der lebenden ist, als auch in einer von dieser abweichenden Varietät (Succinea oblonga et var. elongata), und zwar so, dass die letztere im Löss die häufigere ist,

c) vier Species, die von den analogen lebenden zwar etwas abweichen, aber so unbedeutend, dass sie kaum als namhafte Varietäten unterschieden zu werden verdienen. Diese sind: Pupa muscorum, P. dolium, P. pygmaea und Clausilia dubia,

d) vier Arten, welche als Subspecies oder wenigstens als bemerkenswerthere Varietäten von den analogen lebenden Arten zu unterscheiden sind, nämlich: Pupa (edentula) columella Benz, welche für den Löss ganz charakteristisch ist, da sie weder lebend, noch im älteren Diluvium vorkommt; Pupa subgenus Vertigo (pygmaea) parcedentata, Helix (pulchella) tenuilabris, beide bisher blos im Löss von Wiesbaden gefunden: Helix (costulata) diluvii scheint auf den *Thallöss* beschränkt zu sein, kommt aber auch im älteren Diluvium vor.

kaserne, an der Südseite des Rosensteins, am Seelberg u. e. a. O. S. meine Darstellung der geolog. Verhältnisse der am Nordrande des Schwarzwaldes hervortretenden Mineralquellen. Mannheim 1843.

Von einem besonderen Interesse sind die zahlreichen fossilen Reste von Säugethieren, die im Lössmergel vorkommen, und namentlich die zahlreichen Backenzähne, Stosszähne, Wirbel, Fussknochen u. s. w. von *Elephas primigenius*, die allenthalben im Lössmergel gefunden werden *), und besonders an solchen Stellen, wo ein vorspringender Bergfuss oder Hügel den Absatz des Mergels an und hinter demselben im ruhigen Wasser begünstigte. Es kommen ferner vor:

Rhinoceros tichorinus (Oos bei Baden, Rixheim im Elsass, Neustadt an der Hardt, Cannstadt, Spechbach bei Neckargemünd).

Bos priscus (Oos, Kippenheim, Istein, Cannstadt).

Equus caballus fossilis s. adamiticus (Oos, Rixheim, Neustadt, Fürth im Odenwald).

Ursus (spelaeus?) Neustadt a. d. H., Kaiserstuhl im Breisgau, Fürth i. O.).

Cervus eurycerus (Fuss des Eichelbergs im Murgthal).

„ tarandus fossilis (Weinheim an der Bergstrasse).

„ Elaphus fossilis (primigenius Kaup) (Oos, Neustadt a. d. H., Grenzacher Horn, Fürth i. O.).

„ capreolus fossilis (Neustadt).

Castor Fiber (Oos).

Hyaena spelaea (Rixheim bei Müllhausen, Cannstadt).

In der zur Lössbildung gehörigen Lehmmasse des Seelbergs bei Cannstadt wurden weiter Reste gefunden vom: Wiesel, Maulwurf, von der Wasserratte, vom Hasen.

Batrachier-Knöchelchen sind zu Oos und Cannstadt gefunden.

Vogelreste **), Phasianus, von der Grösse des Phasianus pictus (Sasbach bei Achern).

Die wildwachsenden Pflanzen der Lösshügel stimmen theils mit den sandliebenden Pflanzen der Ebenen überein, theils mit denen des Kalkgebietes; vorzugsweise aber sind an den Löss gebunden einige Flechten und Moose, z. B. Parmelia lentigera, Endocarpon Hedwigii, Funaria Müllenbergii.

*) Wichtige Fundorte sind: Oos bei Baden, Kuppenheim unfern Rastatt, Weinheim unfern Heidelberg, Singen bei Durlach, der Kaiserstuhl im Breisgau, Cannstadt im Neckarthal.

**) Diese fand ich im Frühjahr 1846. Es sind die ersten Vogelreste, die bis jetzt im Diluvialgebilde des Rheinthals vorgekommen sind. H. v. Meyer hat sie genau untersucht und bestimmt.

Polycnemum majus vegetirt auf dem Löss am üppigsten, minder kräftig erscheint es auf Kalk; im Sand der Ebene kommt an seiner Stelle Polycnemum arvense vor. Veronica acinifolia, die zwar auch im Sand der Ebene vorkommt, erscheint sehr häufig unter der Saat auf Löss. Equisetum hiemale, so häufig auf Lösshügeln, erscheint auch wieder im feuchten Sand der Rheinufer. Mit dem Sand der Ebene und mit der Kalkregion gemein hat der Löss Euphrasia lutea, Asperula cynanchica, Artemisia campestris und die auf ihr schmarozende Orobanche arenaria. Der Kaligehalt des Mergels, sein Gehalt an Kalk, Thonerde, Kieselerde und seine Lockerheit sind der Vegetation ausserordentlich günstig. Man sieht daher die mannigfaltigsten Pflanzungen und einen kräftigen Baumwuchs auf den Lösshügeln, die zur Verhütung von Abrutschungen und Einstürzen terassirt werden müssen.

Aeltere Diluvialbildung. An vielen Stellen sieht man den Lössmergel auf *Sand* und *Geröllmassen* ruhen (Oos bei Baden, Bruchsal, Kuppenheim bei Rastadt, Heitersheim im Breisgau, Auggen bei Müllheim, Monsheim in Rheinhessen im Hohlweg nach Albisheim u. s. w.). Bei vollständiger Lagerungsfolge liegt unter dem Mergel zunächst *Sand*, der am Fuss der Berge und Hügel gegen das Rheinthal immer die tiefen Stellen einnimmt und daher nur selten an Thalmündungen zum Vorschein kommt, und darunter folgt alsdann *Gerölle*. Ihre Ablagerung geschah vor jener des Mergels, während einer lange andauernden Epoche, welche der Zeit der grossen Fluth voranging. Die obersten Sandlagen wurden aber gleichzeitig mit dem Löss abgesetzt. Das zeigen die Conchylien, welche man, obwohl im Allgemeinen nur an wenigen Orten und zum Theil in Bruchstücken und zertrümmert darin findet. In einzelnen beckenartigen Erweiterungen der Seitenthäler liegen indessen Sandablagerungen, welche eine grössere Zahl von Conchylien in grösserer Mannigfaltigkeit enthalten, und worunter namentlich viele Wasserbewohner sind. Die hier begrabene Molluskenfauna gibt zu erkennen, dass die Thäler und Ebenen des Rheingebiets vor der Lössfluth von einer reichen und mannigfaltigen, theils land-, theils wasserbewohnenden Conchyliengesellschaft bevölkert war, welche mit den jetzigen Conchylien nahezu, doch aber nicht ganz übereinstimmt. Die wichtigsten, bis jetzt aufgefundenen und untersuchten Sandablagerungen dieser Zeit sind:

a) *Sand bei Bruchsal.* Er liegt unmittelbar unter dem Lössmergel, ruht seinerseits auf Geröllen und enthält neben der grösseren Zahl der im Löss vorkommenden Arten ausserdem die Wasserschnecken *Planorbis marginatus* und *Pl. spirorbis*, die im Löss fehlen. Er schliesst sich also unmittelbar an diesen an.

b) *Sand bei Mauer* im Elsenzthal unfern Neckargemünd. Dieser Sand, hoch von Löss bedeckt, enthält ausser den interessanten Resten aus der Reihe der oben genannten Säugethiere eine Menge von grösseren Landschnecken, *Helices* und sehr viele Wasserconchylien, Unionen. Sie sind jedoch sämmtlich so weich und zerbrechlich, dass eine genaue Bestimmung bis jetzt nicht möglich war.

c) *Sand bei Mosbach*, unfern Wiesbaden. Dieser Ort ist die Hauptfundgrube der Molluskenfauna des Diluvialsandes und von H. Bergsecretär Raht zu Holzappel sorgfältig und gründlich untersucht worden. Es werden an dieser einzigen Localität nicht weniger als 66 Arten Schnecken und Muscheln gefunden, dazu gar nicht gerechnet die daselbst auf secundärer Lagerstätte vorkommenden tertiären Conchylien. Sie sind:

Helix arbustorum (major et minor).
„ sylvatica *.
„ pulchella.
„ (pulchella) costata Müller.
„ obvoluta.
„ bidentata *.
„ fulva.
„ fruticum.
„ montana.
„ hispida (major et minor).
„ sericea.
„ rotundata.
„ solaria * Menke.
„ ruderata Studer.
„ pygmaea.
„ lucida.
„ nitens Michd.
„ nitidosa Fér.
„ crystallina.
Bulimus montanus.

Bulimus lubricus (major et minor).
„ tridens.
Pupa muscorum.
„ pygmaea (Vertigo pygmaea).
„ palustris (Vertigo 6-7-8-dentata Auct.)
Clausilia ventricosa.
„ dubia.
„ obtusa Pf.
„ parvula.
Succinea amphibia (major et minor).
„ oblonga et var. elongata.
Carychium vulgare (minimum Auct.)
Cyclostoma elegans.
Limneus stagnalis.
„ palustris.
„ (palustris) fuscus Pf.
„ (palustris) disjunctus Mousson.
„ minutus.
„ ovatus.
Physa hypnorum.
„ fontinalis.
Planorbis corneus.
„ marginatus.
„ spirorbis.
„ albus Müll.
„ nitidus.
„ imbricatus.
„ contortus.
Valvata planorbis.
„ spirorbis (depressa Pf.).
„ piscinalis.
„ (piscinalis var.) paludinaeformis † Br.
„ (piscinalis var.) eurystoma Braun.
Paludina vivipara.
„ achatina *.
„ impura *.
„ Troschelii Paasch.
Ancylus fluviatilis.
Cyclas cornea Drap.
„ rivalis.

Pisidium obliquum.
Unio alaeformis † Braun (U. tumidus var.)
„ batavus.
„ litoralis * Lam.
„ edentulus † Braun.
Anodonta (anatina?)

Unter diesen 66 Arten befinden sich Schnecken 58, Muscheln 8, Landbewohner 33, Wasserbewohner 33. Von den jetzt lebenden sind die mit † bezeichneten 3 subspecifisch abweichend, mit den lebenden identisch 63. Von diesen leben indessen gegenwärtig die 6 mit * bezeichneten nicht mehr im Rheingebiete.

Diese Sandablagerung hat am Fusse des Gebirges häufig eine Mächtigkeit von 30 Fuss und darüber, namentlich hinter Vorsprüngen von Bergen und Hügeln, und schliesst hier auch vorzugsweise Reste derselben Säugethiere ein, welche der darüber liegende Mergel enthält. Man hat darin zu Rastadt Knochen und Zähne von Elephas primigenius, Equus caballus fossilis, bei Neureuth, unfern Carlsruhe, Schädeltheile des Bos priscus, in Sanddorf bei Mannheim einen Schädel von Rhinoceros tichorinus, zu Auerbach an der Bergstrasse Reste des Cervus tarandus fossilis gefunden. Oft sind die Sandmassen von einzelnen Lagen Kies und kleiner Gerölle durchzogen, die nach der Tiefe mächtiger werden, öfters auftreten, bis sie endlich ganz vorherrschen.

3. *Kies und Gerölle.* Diese bilden in mächtiger, noch nicht durchsunkener Ablagerung, die unterste und ausgedehnteste Masse des Rheinschuttlandes, das von einem Gebirge bis zum anderen den weiten Thalgrund ausfüllt. Zwischen den Geröllen liegt Sand. Ihre Grösse ist sehr verschieden, übersteigt aber selten die eines Kopfes und nimmt rheinabwärts in einem starken Verhältnisse ab. Sie sind *vorherrschend* Alpengesteine kalkiger und quarziger Beschaffenheit. Es lassen sich unter den ersten die verschiedensten Kalksteine der Alpen unterscheiden. In der Nähe des Gebirges, wo sich die Gerölle der Thäler des Schwarzwaldes und des Wasgaus damit vermengen, kommen viele Granite, Porphyre und rothe Sandsteine vor, so dass man die Geröllbildungen dieser Gebirge längs ihres Fusses leicht von der Hauptmasse der Ablagerung unterscheiden kann. Sie ziehen sich aus den Thälern heraus in einem kleinen thalabwärts ge-

kehrten Bogen, stets nordwärts am Fusse hin, offenbar durch die mächtige, von Süden nach Norden gehende Fluth in diese Richtung gebracht. Wo am Ausgang eines Schwarzwaldthales die rechte Thalwand einen Vorsprung bildet, da sind diese Schuttmassen an und hinter demselben mächtig aufgehäuft; das sieht man am Ausgang des Albthals bei Ettlingen, an der Ausmündung des Murgthals bei Rastadt, an der Mündung des Kinzigthals bei Offenburg u. s. w. Dasselbe zeigt sich auch an der Wasgauseite auf entsprechende Weise.

An sehr vielen Orten hat man in dieser Ablagerung Reste vorweltlicher Thiere gefunden, im Ganzen dieselben, welche im Löss liegen, mit Ausnahme einer hier begrabenen Rhinoceros-species, welche von der dort vorkommenden, von Kaup unter dem Namen Rhinoceros Merkii unterschieden wird, und der Reste von *Balaena*, Kiefer, Wirbel, Knochen *), welch letztere ohne Zweifel aus einer Tertiärbildung abstammen. Durch das Vorkommen von Resten des Elephas primigenius, Cervus eurycerus, Cervus tarandus foss., Equus caballus foss., Felis spelaea, Bos priscus, Rhinoceros Merkii, sind besonders die Rheinufer zwischen Carlsruhe und Mannheim ausgezeichnet. Man sieht sie in den Sammlungen dieser beiden Städte und in der Sammlung zu Darmstadt in zahlreichen schönen Exemplaren aufgestellt.

Im Gebiete dieses Schuttlandes befinden sich auch die goldführenden Lager, an ihrem Gehalt an schwarzen Theilchen und Körnern von Magneteisen kenntlich. Sie liegen an vielen Stellen aufgedeckt durch die Spülungen der Rheinwasser, am Ufer und auf Inseln, und sind an vielen Orten auch in beträchtlicher Entfernung vom Rhein bekannt.

Eine sehr interessante, der Diluvialzeit angehörige, schneckenführende Kalkbildung ist die bekannte *Kalktuffbildung des Beckens von Cannstadt* **). Sie ruht theils auf Muschelkalk und Keu-

*) Ein colossaler Knochen, 17 Fuss lang, 487 Pfund schwer, wurde 1720 mit Schädel- und Geweihstücken des Cervus tarandus und Cervus eurycerus in der Gegend von Mannheim im Neckarschuttland gefunden und befindet sich im Cabinette genannter Stadt.

**) S. die ausführlichere Beschreibung derselben in meiner Schrift: Darstellung der geolog Verhältnisse der am Nordrande des Schwarzwaldes hervortretenden Mineralquellen. S. 34 ff.

per, theils auf der Kies- und Geröllmasse des Neckarthals, und ist offenbar ein Absatz der vielen Quellen, deren in der Gegend von Cannstadt heute noch gegen fünfzig fliessen und eine Wassermasse liefern, welche in 24 Stunden über 800,000 Cubikfuss beträgt. Aus dieser Wassermasse können sich nach einer annähernden Berechnung, welche sich auf die Resultate der chemischen Analyse gründet, täglich 2000 Centner Steinmasse absetzen. Die fortgehende Tuffbildung sieht man in den Canälen, durch welche die Quellen der gegenwärtigen Badanstalten ihren Abfluss haben, sowie an den unmittelbaren Ausflüssen der Quellen, wo sich fortwährend eine Kalkmasse absetzt, die mit dem alten Tuff ganz identisch ist, Blätter, Charastengel, Conferven überkleidet und auch Scherben von Töpferwaaren zusammenkittet.

Der alte Tuff hat im Allgemeinen eine beträchtliche Härte und ist an vielen Stellen sehr dicht, so dass er als geschätzter Baustein in Cannstadt und Stuttgart allgemein gebraucht wird. Seine deutliche Schichtung und Mächtigkeit, die stellenweise 40 bis 60 Fuss beträgt, der Zusammenhang seiner Massen auf grosse Strecken geben zu erkennen, dass er aus einem ruhigen Wasser während einer langen Zeit abgesetzt wurde. Das Thalbecken von Cannstadt scheint in der Zeit seines Absatzes bei dem Dorfe Münster, wo jetzt der Neckar durch ein tiefes Spaltenthal abfliesst, geschlossen gewesen zu sein. Das Becken bildete einen kleinen See und war mit dem Ausflusswasser der Quellen und mit dem Neckarwasser angefüllt. Das Niveau des Sees war durch die Höhe des Felsendamms bei Münster bestimmt, über welchen das Seewasser abfloss. Später und erst nach dem ausgedehnten Tuffabsatz wurde der Felsendamm durchgerissen, wahrscheinlich durch gewaltige Erschütterungen, welche die Gegend erlitt, und von denen die zerrissenen Tuffschichten am Sulzerrain, die nach verschiedenen Richtungen hin eingestürzten Schichten des Gebildes bei Münster Anzeige geben. Die Wasser flossen ab und das Thal nahm die gegenwärtige Beschaffenheit an.

Das Cannstadter Tuffgebilde ist reich an *organischen Resten* und dadurch so ausgezeichnet, dass es in dieser Hinsicht von keinem anderen analogen Gebilde übertroffen wird. Die Reste gehören Säugethieren, Amphibien, Vögeln, Crustaceen, Insecten, Conchylien und Pflanzen an.

Die *Säugethier-Reste* sind von Professor Dr. JÄGER *) sorgfältig untersucht und beschrieben worden.

Es wurden bis jetzt in der Tuffbildung gefunden Reste von:

Mammuth, *Elephas primigenius.* Röhrenknochen, Stoss- und Mahlzahn-Stücke, im Tuff des Sulzerrains, im Conglomerat des Rosensteins und des Lotschenberges.

Nashorn, *Rhinoceros* tichorinus, im Conglomerat des Rosensteins und des Lotschenberges, in den Ockergruben des Sulzerrains Röhrenknochen, welche diesem oder dem Mammuth angehören.

Ochs, *Bos* Knochen und Zähne im Tuff von Münster, Untertürkheim, und in dem des Sulzerrains.

Bär, *Ursus* spelaeus, ein Kieferstück am Sulzerrain und ein Eckzahn auf dem Kahlenberg.

Pferd, *Equus* cab. foss. ein Hufbein am Sulzerrain; Röhrenknochen und Zähne bei Münster, Untertürkheim und im Tuffsand am Sulzerrain.

Tiger, *Felis* . . . Im Sand über dem Tuff des Sulzerrains, Eckzähne.

Hyäne, *Hyaena* (sp.?) Bruchstück eines Oberkiefers und eines Backenzahns, im Sand über dem Tuff am Sulzerrain.

Schwein, *sus* primigenius JÄG., Backenzähne, in einem dichten Tuff, welcher Landschnecken einschliesst, vom Sulzerrain, in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart.

Hirsch, *Cervus.* Knochen und Geweih einer dem C. Elaphus verwandten Art; das Geweih in der Stellung der untersten Enden übereinstimmend mit C. primigenius KAUP. Im Tuff des Sulzerrains, in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart. Auch im ockerigen Sande des Rosensteins wurden Hirschreste gefunden, im Kalktuff des Badgartens und der Gegend von Münster.

Biber, *Castor* fiber, Knochen und Zähne, im Tuff des Sulzerrains.

*) Ueber die fossilen Säugethiere, welche in Würtemberg in verschiedenen Formationen aufgefunden worden sind, von Dr. G. F. JÄGER. Stuttgart 1839.

Fuchs, *Canis vulpes.* Knochen, im Tuff des Sulzerrains, auf der Höhe, in einem nahe an der Strasse nach Waiblingen liegenden Steinbruch gefunden.

Has, *Lepus.* Knochen, nicht selten im Tuff des Sulzerrains, auf der Anhöhe, wo die Fuchsknochen gefunden worden sind.

Diese Säugethierreste befinden sich zu Stuttgart theils in dem königlichen Naturalien-Cabinet, theils in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins.

Amphibienreste. Von Resten dieser Thierklasse hat man bis jetzt einzig diejenigen einer *Schildkröte*, einer *Emys*, der E. europea sehr nahe stehend, gefunden, bestehend in einem Oberarmknochen, und zwar im Tuff des Sulzerrains, in dem Steinbruch, wo auch die Fuchs- und die Hasenreste vorgekommen sind.

Vogelreste. Vogelreste sind bisher nur sehr selten vorgekommen. Sie bestehen in Abdrücken grosser Federn und in einzelnen Röhrenknochen, welche grossen Wasservögeln angehören. Herr Dr. Feiel zu Cannstadt besitzt eine schöne Sammlung solcher Reste.

Crustaceenreste. In einem eisenreichen ockergelben Tuff vom sogenannten *Wasserfall*, an der Halden, habe ich die winzige *Cypris faba* gefunden.

Insektenreste. Libellenflügel, im Tuff des Sulzerrains, befinden sich in der Sammlung des Herrn Dr. Feiel zu Cannstadt.

Insekten-Larven wurden von meinem wissenschaftlichen Freunde, Dr. Emil Groos, im mergeligen Tuff des Wasserfalls gefunden.

Asellus- und *Julus-*Abdrücke hat mein Freund und College A. Braun im Tuff des Sulzerrains beobachtet.

Conchylienreste. Sie sind bei weitem die zahlreichsten und bestehen vorwaltend aus *Landschnecken.*

Bis jetzt wurden folgende Species gefunden:

Limax
Vitrina pellucida Drap.
Succinea amphibia Drap.
" var. minor.

Succinea Pfeifferi Rossm.
„ oblonga Drap.
„ paludinoides Braun.
„ vitrinoides Braun.
Helix arbustorum Lin.
„ sylvatica Drap.
„ pulchella Müller.
„ var. costata Müller.
„ var. costellata Braun.
„ obvoluta Müller.
„ bidentata Drap.
„ fulva Drap.
„ hispida Lin.
„ montana Studer.
„ costulata Ziegl var. diluvii Brbun.
„ fruticum Müller.
„ incarnata Müller.
„ rotundata Müller.
„ solaria Menke.
„ verticillus Ferus.
„ lucida Drap.
„ nitens Michd.
„ nitidosa Ferus.
„ crystallina Müller.
Bulimus montanus Drap.
„ tridens Pf.
„ lubricus Brugn.
„ var. major.
„ Goodalii Ferus.
„ acicula Brugn.
Pupa muscorum Drap.
„ minutissima Hartm.
Vertigo pygmaea Müller.
„ palustris Turt.
„ pusilla Müller.
„ nana Michd.
Clausilia bidens Drap.
„ ventricosa Drap.
„ dubia Drap.
„ obtusa Pf.

Clausilia parvula STUD.
Carychium vulgare BRAUN (minimum Auct.)
Pupula lineata v. CHARP.
Cyclostoma maculatum DRAP.
Limneus stagnalis DRAP.
" palustris DRAP.
" fuscus PF.
" disjunctus MÜLLER.
" minutus DRAP.
" pereger DRAP.
" var. maxima BRAUN.
" vulgaris PF.
" var. scalaris BRAUN.
Physa hypnorum DRAP.
Planorbis marginatus DRAP.
" carinatus MÜLLER.
" spirorbis MÜLLER.
" contortus MÜLLER.
Valvata planorbis DRAP.
Paludina impura PF.
" Troschelii PAASCH.
Neritina fluviatilis.
Cyclas rivalis DRAP.
Pisidium fontinale PF.

Es sind somit im Ganzen 65 Arten Conchylien in der Cannstadt-Stuttgarter Tuffbildung gefunden, und davon sind 47 Land- und 18 Wasser-Conchylien.

Zur Erleichterung des Sammelns in dieser interessanten Gegend will ich hier noch eine Uebersicht ihres Vorkommens nach den wichtigsten *Fundorten* geben.

Steinbrüche am Sulzerrain, links an der Strasse nach Waiblingen. In den obersten Mergellagen:

Pupa muscorum.
" minutissima.
Succinea amphibia.
" oblonga.
Paludina acuminata.
Helix hispida.
" pulchella.
" montana.
Bulimus lubricus.

Limneus pereger.
„ minutus.
Succinea vitrinoides.
Limaxschälchen.

In den darunter liegenden ockerigen Mergeln und grauen Sandlagen:

Helix hispida } vorherrschend.
Pupa muscorum }
Succinea amphibia.
„ paludinoides.
„ oblonga.
Helix pulchella.
„ nitens.
Limneus pereger.
Planorbis spirorbis.

Im festen Tuff:

Helix sylvatica.
„ solaria.
„ arbustorum.
„ fruticum.
„ incarnata.
„ rotundata.
„ verticillus.
„ obvoluta.
Bulimus Goodalii.
Clausilia bidens.
„ ventricosa.
„ dubia.
„ obtusa.
„ parvula.
Pupula lineata.
Cyclostoma maculatum.

Am sogenannten *Katzensteigle*, links am Wege von Cannstadt nach Schmieden, theils in lockeren, verwitterten, theils in festen Mergeln, die von Conglomeratbänken überlagert sind:

Helix hispida.
„ costulata.
„ pulchella.
„ arbustorum.
Pupa muscorum.
Planorbis spirorbis.
Limneus minutus.
„ pereger.
„ vulgaris.
Bulimus lubricus.
Succinea amphibia.

In Bausandgruben, rechts am Wege:

Limneus pereger, häufig.
„ vulgaris.
„ minutus.
Succinea amphibia.
Helix hispida.

In den Steinbrüchen *oberhalb Münster*, in den Mergeln, welche über dem festen Kalktuff liegen:

Helix hispida.
„ pulchella.
„ nitens.
Bulimus lubricus.
„ Goodalii.
Pupa muscorum.
Succinea amphibia.
Limneus minutus.
Planorbis marginatus.
„ spirorbis.

Am sogenannten *Wasserfall an den Halden*, hinter der Vorstadt von Cannstadt. In gelblichgrauem, weichem Kalkmergel und in darüber liegendem bräunlichem Mergel:

Helix hispida.
„ bidentata.
„ pulchella var. costellata.
„ var. costellata.
„ solaria.
„ crystallina.
„ lucida.
„ fulva.
„ nitens.
„ nitidosa.
Cyclostoma maculatum.
Vertigo pygmaea.
„ palustris.
„ pusilla.
„ nana.
Carychium vulgare.
Vitrina pellucida.
Bulimus lubricus.
„ montanus.
Succinea amphibia.
„ oblonga.
Limneus minutus.
„ vulgaris.
„ pereger.
„ disjunctus.
Planorbis spirorbis.

Planorbis marginatus.
„ carinatus.
Physa hypnorum.

Zu *Untertürkheim* in den Steinbrüchen an der Strasse, unterhalb des Dorfes. In einem rothen, wahrscheinlich mit Keuper vermengten, lockern Kalkmergel über den Tuffbänken:

Paludina impura, sehr häufig.
Succinea amphibia.
Limneus minutus.
„ disjunctus.
„ palustris.
Planorbis spirorbis.
„ marginatus.
Valvata planorbis.
Helix fruticum.
„ pulchella.
„ costulata.
Pupa muscorum.
Vertigo pygmaea.

In weicheren, grauen Mergeln, über und zwischen dem festen Tuff:

Bulimus tridens.
Cyclas rivalis.
Pisidium fontinale.
Neritina fluviatilis.
Paludina impura.
Limneus vulgaris.
„ minutus.

Im festen Tuff.

Paludina impura.
Limneus vulgaris.
Bulimus tridens.
Planorbis marginatus.

Am *unteren Rosenstein*, im festen Tuff:

Paludina impura.
Limneus minutus.
Planorbis spirorbis.
„ marginatus.

Reiterkaserne; im Tuff unter dem Löss beim Fundamentgraben gefunden:

Bulimus acicula.
Pupa muscorum.
Clausilia dubia.

Stöckach.

Limneus stagnalis.
„ palustris.

Canal am unteren Rosenstein, bei der ehemaligen Zaisischen Kattunfabrik.

Conchylienführender Kalktuff wechselt an dieser Stelle mit Mergeln ab, welche ebenfalls Schalthierreste einschliessen. Ein dichter Kalktuff bildet die Unterlage. Darauf folgt eine zwei Fuss starke Lage von grauem, lockerem Mergel, worin Planorbis marginatus liegt. Auf diesem ruht wieder eine Lage von dichtem Kalktuff in einer Mächtigkeit von drei Fuss, welche Planorben und Limneen einschliesst. Hierauf folgt eine 0,5 Fuss starke Schicht von rostfarbigem Mergel, in welcher viele Conchylien vorkommen, als:

Helix hispida.
„ nitens.
„ rotundata.
„ pulchella.
Clausilia bidens.
„ parvula.
Planorbis marginatus.

Zu oberst liegt wieder ein poröser Kalktuff mit Planorben. Der Gesteinswechsel und die zahlreichen Conchylienreste machen diese Stelle beachtenswerth.

Pflanzenreste. (Nach den Untersuchungen und Bestimmungen meines Collegen A. Braun.)

Wasserfäden, incrustirt, vom Sulzerrain. Auch im Tuffe, der sich heute noch in den Abflusscanälen des Frösnerschen Bades absetzt.

Moose, incrustirt, sehr schön und gross, im zweiten Steinbruch bei Münster, von der Cannstadter Seite her, über dem festeren geschichteten Tuff und von einer Lage Tuffsand bedeckt.

Charen-Stengel, im Tuff aus den Fundamenten der Realschule zu Stuttgart. Sie zeigen Hauptröhren und Rindenröhren. Auch im Tuff aus den Fundamenten der Reiterkaserne.

Ferner lose Stengelstücke, oft noch die Quirlanfänge zeigend, im Tuffsand und Tuffmergel (namentlich in dem rothbraunen Mergelstreifen) des Sulzerrains.

Chara-Saamen, mehrerer Arten, namentlich solche, die ganz mit denen der *Chara hispida* übereinstimmen, im Tuff-

mergel am Wasserfall an den Halden, woselbst auch Stengel vorkommen und selbst ein Quirl gefunden worden ist.

Equisetum, Spuren, noch genauer zu untersuchen, im Tuff von Untertürkheim.

Scolopendrium officinarum. Zwei vortrefflich erhaltene vollständige Blätter mit Fructification, vom Sulzerrain, befinden sich in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart.

Pinus Abies, Weisstanne. Hohlform eines Zapfens und Abdrücke von Nadeln, vom Sulzerrain, ebenfalls in der Sammlung gedachten Vereins.

Pinus Picea, Fichte. Hohlform eines Gallzapfens von Chermes Piceae (Chermes Abietis *Auct.*). Von den Eindrücken der einzelnen Schuppen gehen noch lange enge Röhren aus, den Nadeln entsprechend, deren angeschwollene Basen den Zapfen bilden. A. Braun hat an diesem Gallzapfen die Blattstellung bestimmt; sie ist $^{13}/_{34}$! Er befindet sich ebenfalls in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart.

Gräser. Fragmente davon, und zwar von schmalen, gestreiften Blättern, nicht selten. Manche engere Röhren im Tuff können wohl von Grashalmen herrühren.

Im Tuff der Fundamente des Lagerhauses zu Cannstadt wurden breite, offenbar der Glyceria spectabilis angehörige Blätter gefunden, die sich in der Sammlung des Herrn Bergrath Dr. Mehl befinden.

Arundo Phragmites. Ein Rohrstück, in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart, gehört wahrscheinlich diesem an. Man sieht daran die Scheide des Blattes von Innen, aus welcher der Stengel so herausgebrochen ist, dass man das Dissepiment von Oben sieht und einen Kreis von Gefässbündeln in seinem Umfang.

Im oberen Steinbruch am Sulzerrain ist der Tuff in den obersten, etwa 3 Fuss mächtigen, zusammenhängenden Tufflagen, die von Mergel und Sand bedeckt sind, stark von Rohr-Rhizomen durchzogen. Ein Stück in A. Braun's Sammlung zeigt die noch erhaltene Stengelröhre und die Gefässbündel des Dissepiments sehr deutlich.

Laubhölzer-Reste sind die häufigsten. Stämme mit den Zweigen, meist liegend; sehr häufig in den tieferen Lagen der zwei Steinbrüche am Sulzerrain, meist nur als hohle

Röhren, oft jedoch auch mit theilweise erhaltener, aber kohliger Holzmasse.

Blätter, zum Theil auch *Früchte* von: *Salix monandra*. Das Blatt etwas klein. Von E. Groos 1835 gefunden.

Salix fragilis. Vom Sulzerrain. Sehr schöne Exemplare in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart und des Herrn Dr. Feiel zu Cannstadt.

Salix cinerea. Stücke, die fast ganz aus unzähligen über einander liegenden Blättern dieser Art bestehen, kommen in einer weniger festen (jüngeren?) braunen Tuffmasse der Fundamente des Lagerhauses zu Cannstadt vor, und befinden sich in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart, des Herrn Bergrath Dr. Hehl daselbst und des Herrn Dr. Feiel zu Cannstadt. Zwischen Blättern liegen hier und da kleine Limneen.

Salix aurita. Ein sehr kenntliches Blatt ist in der Sammlung des Herrn Dr. Feiel zu Cannstadt.

Populus tremula. Etwas langblätterig. Am Sulzerrain im oberen Bruch.

Populus alba (?). Zum Theil sehr grossblätterig und lappig, und daher von Anderen auch schon als Platanus bestimmt. In der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart.

Carpinus Betulus. Im oberen Bruch am Sulzerrain. Unzweifelhaft.

Corylus Avellana. In Menge in der untersten Schichte des untersten Bruchs am Sulzerrain.

Fagus sylvatica. Im Tuff von Untertürkheim.

Quercus pedunculata. Häufig im oberen Bruch am Sulzerrain; auch bei Untertürkheim. In der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart Exemplare mit Galläpfeln darauf.

Ulmus (campestris?). Ein sehr grosses, deutliches, entschieden dem Ulmus angehöriges Blatt, befindet sich in der alten Sammlung des grossherzoglichen Naturalien-Cabinets zu Carlsruhe.

Buxus sempervirens. Nicht mehr vorkommend in der heutigen würtembergischen Flora. Vom Sulzerrain. In der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart ein Exemplar, in welchem auch Helix sylvatica liegt.

Ligustrum? sehr zweifelhaft. Die in der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart also bezeichneten Blätter sind zu breit für Ligustrum und zu gross für Buxus.

Rhamnus catharticus. Viele und schöne Exemplare kommen im unteren Steinbruch am Sulzerrain vor.

Cornus sanguinea. In der Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart befindet sich ein sehr entschiedenes Blatt davon.

Evonymus europaeus. Einige auf denselben Platten mit Rhamn. cathart. vorkommende Blätter scheinen hierher zu gehören.

Tilia (grandiflora?). Nach der Grösse der Blätter. Sammlung des landwirthschaftlichen Vereins zu Stuttgart.

Tilia (parvifolia?).

Acer campestre. Umrisse nicht ganz deutlich.

Bei weiterer näherer Betrachtung der Conchylien dieser höchst interessanten Diluvialtuffbildung zeigt sich's, dass von derselben 5 Arten subspecifisch unterschieden sind, von der lebenden Fauna, nämlich:

Helix (pulchella) costellata Braun.
„ (costulata) diluvii Braun.
Succinea (oblonga) paludinoides Braun.
„ vitrinoides Braun.
Limneus (vulgaris) scalaris Braun.

Mit den lebenden sind zwar identisch, kommen aber im Rheingebiete nicht mehr vor, 6 Arten, nämlich:

Helix sylvatica.
„ bidentata.
„ solaria.
„ verticillus.
Bulimus Goodalii (Pupa-Auct.).
Paludina Troschelii.

Vergleichen wir die Conchylien der betrachteten Bildungen mit einander, so ergibt sich, dass in den Sandablagerungen die Wasserschnecken und Muscheln verhältnissmässig vorherrschen, in den Tuffbildungen dagegen die Landschnecken; der Löss enthält mit sehr seltenen Ausnahmen blos Landschnecken, und zwar die höhere Gebirgsfauna, während die Sand- und Tuffbildungen vorzugsweise die Fauna der Ebene und der Thäler enthalten. Löss, der darunter liegende Sand und die

Cannstadter Kalktuffbildung geben durch ihre Conchylieneinschlüsse zusammen ein gutes und vollständiges Bild der Molluskenfauna der *Diluvialzeit*, und die Thatsachen zur Unterscheidung derselben nach Altersverschiedenheit an die Hand.

Die Zahl sämmtlicher in diesen drei Diluvialbildungen, in dem angegebenen Gebiet bis jetzt gefundenen Arten beträgt zusammengenommen 97 Arten, 9 Species Muscheln, und 88 Species Schnecken; 5 Land- und 39 Wasserbewohner. Unter diesen 97 Arten befinden sich nun im Ganzen 11 Species, die von den gegenwärtig lebenden subspecifisch abweichen. Die bemerkenswerthesten eigenthümlichen Arten des Diluviums sind folgende:

Helix (costulata) *diluvii* Braun, im Löss bei Müllhausen im Elsass, im Thallöss und im Cannstadter Tuffgebilde häufig.

Pupa columella Benz (edentula), sehr verbreitet im Löss des Rhein- und Neckarthales. In letzterem besonders häufig bei dem Schlösschen *Harteneck* unfern Ludwigsburg.

Succinea paludinoides Braun (oblonga), in den ockerigen Mergeln und grauen Sandlagen am Sulzerrain bei Cannstadt nicht selten.

Valvata (piscinalis) eurystoma, eine der häufigsten Schnecken des Mosbacher Sandes.

Die übrigen eigenthümlichen Arten sind sämmtlich sehr selten. Dazu kommen nun noch 8 Arten, die zwar mit lebenden übereinstimmen, aber im Rheingebiet nicht mehr lebend vorkommen; es sind dies:

Helix sylvatica Drap., im Mosbacher Sand und Cannstadter Tuff, lebend am nächsten im Jura der südwestlichen Schweiz.

Helix bidentata Drap., im Mosbacher Sand, Cannstadter Tuff und sehr selten auch im Löss des Rheinthals; lebend besonders im östlichen Deutschland; die nächsten Fundorte Nürnberg und Augsburg.

Helix solaria Menke, im Mosbacher Sand und Cannstadter Tuff; lebend im südöstlichen Deutschland, der nächste Fundort Salzburg.

Helix verticillus Ferus, im Cannstadter Tuff, lebend im südöstlichen Europa, der nächste Fundort Wien.

Bulimus Goodalii (Achatina — Rosm.), im Cannstadter Tuff, lebend im Westen und Osten des bezeichneten Gebietes, aber im Gebiete des Rheinthals selbst noch nicht gefunden.

Paludina achatina LAM., im Mosbacher Sand, ebenso Paludina Troschelii PAASCH dort und auch sehr selten im Cannstadter Tuff gefunden, leben bei Berlin.

Unio litoralis LAM., im Mosbacher Sand, lebend gegenwärtig im westlichen und südlichen Frankreich.

Noch weitere beachtenswerthe Unterschiede der diluvialen Molluskenfauna von der in gegenwärtiger Zeit lebenden ergeben sich, wenn man nicht blos in's Auge fasst, welche Arten sie vor der jetzigen voraus hat, sondern auch beachtet, welche Arten der gegenwärtigen Fauna ihr fehlen. Dabei ergibt sich dann das merkwürdige Resultat, dass eine bedeutende Zahl der gerade in jetziger Zeit häufigsten und am allgemeinsten verbreiteten in den Diluvialgebilden gänzlich fehlen. Namentlich gilt dies von den meisten Arten, welche vorzugsweise cultivirte Gegenden, Gärten, Felder, Weinberge, Mauern u. s. w. bewohnen. Zu diesen der Diluvialzeit fehlenden gehören namentlich: Helix lapicida, Bulimus radiatus, Clausilia similis v. CHARP. (perversa PF. vivipara KLETT), welche gegenwärtig allenthalben die gemeinste Art ist, und Pupa frumentum. Manche Arten, welche jetzt zu den seltenen oder sehr seltenen gehören, kommen im Diluvium in reichlicher Menge vor; so ist z. B. Succinea oblonga (mit der var. elongata) eine der häufigsten Diluvialschnecken, namentlich im *Löss* die allerhäufigste, stellenweise in sehr grosser Zahl beisammen, während sie jetzt lebend, wo sie auftritt, immer nur sehr spärlich und vereinzelt auftritt. Limneus disjunctus MOUSSON, welcher lebend nur selten vorkommt, ist im Mosbacher Sand und auch im Cannstadter Tuff in ziemlicher Menge vorhanden. Auch Helix hispida und Pupa muscorum sind im Diluvium und ganz besonders im Löss und in den oberen Tuffmergeln und sandigen Lagen des Cannstadter Gebildes in einer so grossen Menge begraben, dass diese sich mit ihrem gegenwärtigen lebenden Vorkommen kaum vergleichen lässt.

Diese angegebenen Eigenthümlichkeiten der Diluvial-Molluskenfauna des Rheinthals und angrenzender Gegenden geben auch die Mittel an die Hand, andere Gebilde derselben Zeit richtig einzuordnen, und die schneckenführenden Alluvialbildungen sicher und genau von den Diluvialbildungen zu unterscheiden. In letzterer Beziehung bieten die schneckenführenden Mergelablagerungen der Rheininseln und des Rheinufers

ein Beispiel dar. Sie unterscheiden sich durch ihre Schneckeneinschlüsse sehr auffallend vom Löss. Unter der Zahl der bis jetzt darin gefundenen Arten zwischen 40 und 50, die in weit geringerer Anzahl gesammelt worden sind, als die Conchylienarten des Löss, befindet sich keine einzige, die nicht gegenwärtig lebend im Gebiete des Rheins vorkäme. Reichlich sind darunter die Arten, welche die jetzige Conchylienfauna charakterisiren, wie Helix pomatia, hortensis, nemoralis u. s. w.; daegegen sind Succinea oblonga und Helix hispida, gerade die häufigsten Schnecken im Löss, hier Seltenheiten geworden. Ebenso bestimmt unterscheiden sich die Kalktuffbildungen des Alluviums von denen der Diluvialzeit, und zwar selbst an solchen Stellen, wo sie sich gegenwärtig nicht mehr fortbilden, indem die dazu nöthigen Bedingungen nicht mehr vorhanden sind. Das zeigt sich ganz augenfällig bei dem Kalktuff von Kaltenthal bei Stuttgart, S. 464, und bei allen anderen Tuffen der gegenwärtigen Periode.

Der Cannstadter Tuff ist theils auf Muschelkalk und Keuper, an den Rändern des Beckens nämlich, theils auf Geröllen gelagert, die das alte Neckarbett bezeichnen, und zeigt sich gegen die Mitte des Thales hin mehrfach im Wechsel damit, so wie hier auch Letten und Mergellager mit dem Tuff abwechseln. Andererseits sehen wir Neckargerölle durch die Kalkmasse des Tuffs zu einem Conglomerat verkittet, z. B. im Neckarbett, am Rosenstein, am Fuss des Sulzerrains. Hiernach erscheint das Cannstadter Tuffgebilde in seinen unteren Lagen mit der alten Flussbildung des Neckars auf eine solche Weise verbunden, dass wir letzere nicht scharf davon zu trennen vermögen.

Sowohl nach der Lagerung als nach der Beschaffenheit der eingeschlossenen organischen Reste kann man also den *Löss* des Rheinthals als *jüngere* Diluvialbildung, die darunter liegenden Ablagerungen von *Sand*, *Kies* und *Geröllen* als *ältere* Diluvialbildung betrachten, und hiezu auch die Cannstadter Tuffbildung rechnen *).

*) S. A. Braun's Schilderung der diluvialen Molluskenfauna des Rheinthals, im amtl. Ber. über die 20te Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Mainz, im September 1842. Mainz 1843, S. 142 ff., und meine Schrift: „Ueber die geologischen Verhältnisse der

Ein dem Lössmergel analoges Gebilde ist auch im Bodenseebecken (Ueberlingen), so wie in den Thälern der Donau, der Rhone und der Garonne abgelagert, welche die Gewässer der Alpen und der Pyrenäen abführen, und also demselben Einfluss der grossen Fluth in der Zeit des Rückzugs der Gletscher ausgesetzt waren. Die „Terre à Pisé" der Gegend von Lyon, dort allgemein zum Erdbau (Pisébau) verwendet, enthält Helix arbustorum, H. hispida, Succinea oblonga, Pupa dolium, P. muscorum, P. columella.

Eine besonders nahe Beziehung zu dem *jüngeren*, rheinischen, schneckenführenden Diluvialgebilde haben einige nordamericanische Schuttland-Ablagerungen. In den hochliegenden aus Sand, Lehm und Geröllen bestehenden *Uferterassen des Ohio* bei Cincinnati kommen Reste vom ausgestorbenen Mastodon gigant. mit Schnecken zusammen vor, die den Geschlechtern Melania, Limneus, Succinea, Planorbis, Physa, Paludina, Helix, Cyclas, Pupa, Unio und lauter jetzt noch lebenden Arten angehören. Am *Ontariosee* kommen in einem weissen *Muschelmergel* lauter lebende Arten von Valvata, Cyclas, Planorbis, Limneus mit Resten des grossen Mastodonten vor. Bei *Geneseo* im Staate New-York liegen Reste von Eleph. primig., Mastod. gig. in einem *Muschelmergel* mit eingeschlossenen lebenden Arten von Land- und Süsswasser-Conchylien von einer Sumpfmasse bedeckt. Im *Big Bone Lik* (Sumpf mit Salzquellen) in Kentucky kommen ungemein viele einzelne Knochen und auch ganze Skelette von Eleph. primig. und Mastodon gigant. vor. Die gefundenen Reste des ersteren sollen 20, die des letzteren 100 Individuen ausmachen. Ueberdies finden sich Knochen eines Hirsches, Pferdes, Bison-Ochsen (Bos Bison) und Megalonix, alle in Gemeinschaft mit 14 Arten der Geschlechter Cyclas, Unio, Physa, Pisidium, Helix, Pupa, die sämmtlich jetzt noch leben. Alle diese Ablagerungen haben eine Stellung, wie der Löss an der oberen Grenze der Diluvialbildungen, mit Conchylien, welche in der gegenwärtigen Periode alle noch leben, einem in der Diluvialzeit ausgestorbenen Thiere

am Nordrande des Schwarzwaldes hervortretenden Mineralquellen", in welcher das Cannstadter Tuffgebilde ausführlich beschrieben und ein Verzeichniss der im Rhein- und Neckarthal bis jetzt im Löss gefundenen Conchylien mitgetheilt ist.

(Eleph. prim.) und einem Thiere (Mastodon gigant.), das bis in die erste Zeit der gegenwärtigen Periode gelebt hat *). Auch die Lehm-Massen an den Ufern der Themse, so wie die Lehmlagen auf dem Meeresgrunde des Canals, welche Knochen und Zähne von Elephanten führen, gehören der jüngeren Diluvialperiode an. Der knochenführenden Lehm-Massen des Cannstadter Beckens haben wir oben schon kurz erwähnt und sie als zum Thallöss gehörig bezeichnet. Aus den Lehm-Massen an der Südseite des Rosensteins hat man nebst vielen einzelnen Knochen auch ein beinahe ganzes Skelett von Eleph. primig. ausgegraben, so wie Knochen vom Ochs, Hirsch, Pferd, Rhinoceros und Zähne eines Bären. In den lehmigen und sandigen Ablagerungen bei Münster, am Fuss des Sulzerrains, bei Untertürkheim und zu Stuttgart selbst innerhalb der Stadt, hat man (bei Kellergrabungen in verschiedenen Strassen) Reste vom Elephanten, Rhinoceros, Pferd, Ochs, Hirsch in einem ockerigen Sande *über* dem Kalktuff abgelagert gefunden, und ebenso am Fuss des Bopsers, des Esslinger Berges und an einigen anderen Stellen, immer in Begleitung von Conchylien, welche sowohl im unterliegenden Kalktuff, als im darüber liegenden Lössmergel vorkommen **). Die interessanteste Lehmablagerung ist jedoch diejenige am *Seelberg* bei Cannstadt, die als Fundgrube vorweltlicher Thiere berühmt wurde ***).

Der Vorsprung, welchen der aus Kalktuff bestehende Seelberg oberhalb Cannstadt in's Neckarthal macht, bildet mit den von Untertürkheim herabziehenden Tuffhügeln eine kleine Bucht, in welcher sich mächtige Conchylien führende Lehm-Massen und angetriebene Knochen vorweltlicher Thiere abgelagert haben. Schon im Jahr 1700 wurde hinter dem Vorsprung des Seelberges, in einer etwa 1000 Schritte von Cannstadt entfernten Lehm-Masse, ein ausserordentlicher Fund von mehr als 60 Stosszähnen des Eleph. primig. gemacht, und noch von vielen Knochen anderer Thiere, namentlich auch vom Wiesel, Maulwurf, von der Wasserratte und von einem Frosch, von wel-

*) Lyell, Reisen in Nordamerica, Cap. 1. 3. 17.

**) Siehe: Jäger über die fossilen Säugethiere, welche in Würtemberg in verschiedenen Formationen aufgefunden worden sind. Stuttgart 1839. S. 118–136.

***) Ebendaselbst S. 129 und S. 124 ff.

chen man später in der Cannstadter Gegend keine weiteren Reste fand.

Im Jahr 1816 endlich wurden in einer Lehmgrube am Seelberg, die seit langer Zeit schon für eine Ziegelei benutzt und als Fundort einzelner Knochen diluvialer Thiere bekannt war, eine merkwürdige Gruppe von Stosszähnen des Elephanten, Mahlzähnen und Knochen dieses Thieres, so wie Reste vom Rhinoceros, Pferd, Schwein, Hyäne, Hirsch, Ochs, Bär, Biber, Haas ausgegraben, welche im Naturalien-Cabinet zu Stuttgart aufbewahrt sind. Ich fand in diesem Lehm Helix costulata, Pupa tridens Drap., Pupa muscorum, Helix hispida und H. pulchella. Erstere, für den Thallöss charakteristisch, ist hier vorherrschend, und bis jetzt im Berglöss noch nicht gefunden worden. Der Cannstadter Ablagerung ähnlich ist das knochenreiche Lehmlager bei Tiede, unweit Wolfenbüttel in Braunschweig. Der Lehm der Diluvialzeit, erkennbar durch den Einschluss von Resten antediluvialer Thiere und von Conchylien, so wie durch seine Lage an Orten, bis zu welchen jetzt keine Fluth mehr hinansteigt, ist im Allgemeinen sehr verbreitet. Er findet sich allenthalben am Fusse der Gebirge, in Thälern, erscheint im hügeligen und bergigen Lande, wie in den Niederungen, stellenweise abgelagert. Oefters ist er mit Sand und Geröllen untermengt, oder damit in Wechsellagerung, und erreicht eine Mächtigkeit von mehreren Klaftern und eine grosse Ausdehnung. Berühmt durch den Einschluss von Elephantenknochen ist der Lehm des Val d'Arno, oberhalb Florenz. Lehm bildet nach Olivier die Hauptmasse des Bodens der persischen Ebenen, und ist hier so sehr mit Salz, mit Kochsalz und Glaubersalz imprägnirt, dass alle durch Regenwasser entstandenen Wasseransammlungen salzig schmecken, indem sie beim Durchgang durch den Boden diese auslaugen und die Salztheile aufnehmen. Auch ein grosser Theil der sibirischen Steppen hat nach Pallas einen Lehmboden, und nach A. v. Humboldt wird die oberste Lage des grossen mexicanischen Plateaus gleichfalls durch Lehm gebildet. In beiden Ländern ist er salzreich. Lehm ist auch in der Regel die Unterlage des Diluviums der grossen norddeutschen Ebene.

Ablagerungen von reinerem *Thon* in verschiedenen Abänderungen (Töpferthon, Pfeifenthon, Porcellanthon) kommen häufig im Diluvium vor, erreichen aber niemals die Mächtig-

keit und Ausdehnung des Lehms, sondern finden sich gewöhnlich in einzelnen zerstreuten Massen, in Mulden, Buchten, am Fusse der Berge, hinter Vorsprüngen derselben und in Thälern, durch welche früher Strömungen flossen, die thonhaltige, verwitterbare und zerfallene Gesteinsmassen aufgewühlt und deren Elemente fortgeführt haben. In ruhigern Wasserstellen erfolgte der Absatz der aufgeschlämmten Theile nach ihrer Grösse und dem Grade der Adhäsion an die Wassermasse; der Sand zuerst, darauf der Thon. Für diese Art der Entstehung vieler Thonlager findet man zahlreiche Belege in allen grösseren Thälern, und zumal im Rheinthal.

Am westlichen Fusse des Schwarzwaldes, und am östlichen der Vogesen liegen mehrere Thonlager, welche von der Zerstörung des Sandsteins herrühren, der den Saum der krystallinischen Massen dieser beiden Gebirge bildet. Am Schwarzwalde sieht man Thonlager bei *Heimbach*, unfern Emmendingen; bei *Balg*, unfern Baden; bei *Oberweier* und *Altmalsch*, in der Nähe von Kuppenheim; sodann in der Neckargegend bei *Gaiberg*, *Schlierbach* und *Ziegelhausen*, unfern Heidelberg. Der Sandstein, aus dessen Resten die ersteren Lager entstanden sind, steht in der Nähe der genannten Orte zu Tage an. Es ist ein graulichweisser, im bergfeuchten Zustande weicher Thonsandstein. Seine Quarzkörner haben die Bildung des weissen Sandes veranlasst, der den Thon, das ausgeschlämmte Bindemittel des Sandsteins, begleitet und einschliesst. Im *Vier-Dörfer-Wald*, bei Heimbach, liegt ein 3 Fuss mächtiges Lager von grobem Thon, zunächst auf einer Schicht von weissem Sand mit Quarzgeschieben und einzelnen Stücken von weissem Sandstein, die hier in einer Höhe von einigen hundert Fussen über dem Rheinthale auf Muschelkalk ruht. Eine 30 bis 40 Fuss starke Mergellage bedeckt das Gebilde. Der Sandstein bildet die hinterliegenden Höhen. Bei *Balg*, *Oberweier* und *Altmalsch* zeigen sich ähnliche Verhältnisse. Es kommt hier feiner und grober Thon vor; er ist in eine mächtige Lage von weissem Sand eingeschlossen, und liegt am Fusse der Sandsteinberge jener Gegend. Zwischen Kuppenheim und Haueneberstein erscheint die Thon- und Sandmasse dem Muschelkalk angelagert. Sie ist durchaus von Löss bedeckt.

Am östlichen Fusse der Vogesen sieht man ein ähnliches Gebilde bei *Sufflenheim*, *Schirhofen* und *Bischweiler*. In Würtemberg finden sich Diluvialthone bei *Neuhausen*, *Dornstetten*, *Nattheim*, *Heidenheim*, bei *Zähringen*, unweit des Stubenthales u. s. w. In Nassau liegen mächtige Lager von sehr feinem, weissem Thon im Diluviallande des Lahnthales, bei Weilburg. Auf dem *Solling* und in der Nähe desselben, namentlich zu *Lenne*, in der Wesergegend, sieht man Thonlager, die, wie die Schwarzwälder und

Wasgauer, Producte der Zerstörung des Sandsteins sind. Der Thon von *Schwarzenfeld* in Bayern scheint aus Liassandstein entstanden zu sein.

Lettenlager finden sich in alten Seebecken, Flussbetten, in Thälern und Schluchten, oft im Wechsel mit Sandablagerungen u. s. w., und bilden gemeiniglich die Unterlage der Torfmoore.

An den Ufern des Bodensees sind Lettenlager häufig, und auch in den Thälern des Schwarzwaldes, der Vogesen, des Jura, und zumal im Rheinthale, liegt eine grosse Menge derselben. Bei Oberwolfach im Kinzigthale, im Gropbach bei der Schmelzhütte im Münsterthale, bei Weinheim an der Bergstrasse und zu Neufra, unweit Rothweil in Würtemberg, kommt Letten vor, der von blauer Eisenerde durchzogen ist.

Die Lehm-, Thon- und Lettenlager sind in öconomischer und technischer Hinsicht von grosser Wichtigkeit. Die verschiedenen Thonarten werden auf die mannigfaltigste Weise angewendet, und es wird wohl kein anderes Mineralproduct so allgemein und zu so unentbehrlichen Anfertigungen benützt. Bei der Fabrication der verschiedenen Thonwaaren kommt sehr viel auf die Wahl des Thons an. Zu Ziegeln und Backsteinen werden allgemein der mehr und weniger eisenhaltige Lehm und Letten angewendet, und, nach Erforderniss, gemengt oder mit Quarzsand, versetzt. Die Hauptsache bleibt immer, hierzu eine Thonart zu wählen, die keine Kalkstückchen enthält, welche beim Brennen sich in Aetzkalk verwandeln, der an der Luft Feuchtigkeit und Kohlensäure anzieht, sich auflockert, dadurch pulverige Höcker an der Oberfläche der Waare erzeugt, und bald die Zerstörung derselben herbeiführt. Auch eine Beimengung von Schwefel- oder Wasserkies ist schädlich, weil das Bisulphuret des Eisens in der Glühehitze sich in leicht verwitterndes Einfach-Schwefeleisen verwandelt, welches das Zerfallen der Steine verursacht. Backsteine, welche zur Construction von Oefen oder Heerden verwendet werden sollen, die eine grosse Hitze aushalten müssen, hat man aus feuerfesten Thonen anzufertigen. Die verschiedenen Abänderungen des grauen und weissen Töpfer- oder Pfeifenthons sind im Allgemeinen weit feuerbeständiger, als Lehm und Letten, weil diese bereits immer Eisen und häufig auch Kalk enthalten, welche beide mit Kieselerde schmelzbare Silicate bilden.

Zu vollkommen feuerbeständigen Steinen, Tiegeln u. s. w. muss ein an Thonerde reicher, so viel wie möglich kalk- und eisenfreier Thon gewählt werden. Bei Tiegeln zum Stahlschmelzen darf man nicht viel Sand zusetzen, obgleich er das zu starke Schwinden verhütet, weil die Kieselsäure sich leicht mit dem Eisen verbindet und dadurch die Tiegel durchgefressen werden. Mit reiner Thonerde kommt Kalkerde in keinem Verhältnisse in Fluss; mit Kieselerde zeigen sich Spuren von Schmelzung, wenn sie wenigstens $^1/_3$

beträgt. Mit Thon und Kieselerde aber schmilzt sie leicht, und ebenso verhält sich die Talkerde. Da nun aller Thon aus Kiesel- und Thonerde besteht, so ist jede Beimengung der beiden genannten Erden von nachtheiligem Einfluss auf seine Feuerbeständigkeit.

Der beste Zusatz zur Verhütung des Schwindens ist ein sehr hart gebrannter Thon, in nicht zu groben Körnern, damit die Tiegel nicht zu porös werden. Auch kann man, um das Schwinden der Masse zu vermindern, Graphit oder Coak zusetzen. Coak dürfte hiebei den Vorzug haben, weil er wohlfeiler ist, in kleinerer Menge dasselbe leistet, und keinen in Anschlag zu bringenden Eisengehalt besitzt. Zur Strengflüssigkeit tragen beide aber nicht im Mindesten bei.

Sandablagerungen bilden bald für sich grosse Massen des Diluviums, bald constituiren sie dasselbe in Gemeinschaft mit Thon-, Lehm- und Lettenlagern. Sie finden sich in allen Niederungen, in allen grössern Thälern, und bilden vorzugsweise den Boden der Steppen und Wüsten. In der grossen norddeutschen Ebene liegt zunächst auf dem Lehm eine mächtige Sandlage. Sie zieht sich von Holland durch die ganze norddeutsche Ebene bis nach Polen und Russland, und wechsellagert öfters mit Lehm, schliesst an den Küsten, namentlich an den Preussischen, zwischen dem Curischen und Frischen Haff, Bernstein und Stücke von Braunkohlen ein. Sowohl im Sande, als im unterliegenden Lehm findet man, insbesondere bei Potsdam, häufig Knochen von Hippopotamen, Elephanten, Hirschen, Pferden und Ochsen, und neuerlich wurden dicht vor Berlin, im Sande des Kreuzberges, Elephanten-Stosszähne, beim Brunnengraben, etwa 60 Fuss unter der Oberfläche, gefunden.

Der Sand der norddeutschen Ebene ist dem Sande, den die Ostsee heute noch auswirft, höchst ähnlich und wahrscheinlich der Absatz einer sehr hohen Fluth. An vielen Stellen sieht man ihn durch ein eisenschüssiges Bindemittel verkittet, in eine Art von Sandstein verwandelt, in welchem öfters röhrenförmige, sandige Brauneisensteine liegen. Die Sandsteinbänke sind zuweilen sehr fest, conglomeratartig, wechsellagern mit Sand und Mergel und bilden am steilen Meeresufer oft weit hervorragende, überhängende Bänke. See- und Süsswasser-Thierreste hat man in diesen Sandablagerungen zur Zeit nicht gefunden.

Die Höhenzüge, welche die norddeutsche Ebene durchziehen, haben grosse Aehnlichkeit mit den sich jetzt noch bildenden Dünen. Die dem Baltischen Meere eigenthümlichen *Nehrungen*,

schmale, weit fortsetzende Landzungen, gehören unstreitig zu den alten Dünenbildungen.

In den baltischen Sandablagerungen kommen viele Salzquellen vor, die bemerkenswerthesten zu Colberg, Greifswalde und zu Sülz in Mecklenburg. Sie sind durchaus geringlöthig. Von den drei Soolbrunnen der Saline Greifswalde hat der 24 Fuss tiefe Friedrichsbrunnen vierlöthige, der 34 Fuss tiefe Rosenthaler Brunnen drei- und einhalblöthige Soole; der Carlsbrunnen ist 43 Fuss tief. Die soolefübrende Schicht besteht aus einem losen Sande. Zu Sülz sind die Verhältnisse im Wesentlichen wie zu Greifswalde. Die Soole ist hier sehr rein. Hundert Pfunde derselben hinterlassen fünf Pfunde Kochsalz. Bei Colberg wurde fünflöthige Soole gefunden. An allen Orten ruht die soolefübrende Sandschicht auf einer wasserdichten Thonlage, unter welcher indessen wiederum lockerer Sand liegt, der entweder keine Wasser oder süsse Wasser führt. Das süsse wie das salzige Wasser steigt in den Bohrlöchern bis zu Tage herauf. Woher die Soolen dieses Diluvialsandes ihren Salzgehalt haben, ist gänzlich unbekannt; ja es fehlt sogar an haltbaren Hypothesen darüber. So viel ist aber gewiss, dass man auf den Pommerschen und Mecklenburgischen Salinen, beim Niedertreiben tieferer Bohrlöcher, Gefahr liefe, die Soole durch erbohrte süsse Grundwasser zu verschlechtern.

Im *Rheinthale* bezeichnen Sandablagerungen den alten Lauf und den früheren höheren Stand des Wassers. Sie begleiten den Rhein vorzüglich auf dem rechten Ufer, und nehmen in unserem Lande, zwischen Sandweier, unterhalb Baden, und Mannheim grosse Strecken ein. Hier sieht man sie häufig 12 bis 24 Fuss hoch über dem Boden des ehemaligen Rheinbettes, das alte Ufer des Stromes bilden, und steil gegen diesen abfallen. Man hat in ihnen an vielen Stellen Reste urweltlicher Thiere gefunden.

Mergellager kommen im Diluvium öfters wechsellagernd mit Sand- und Thonschichten vor, und bilden auch für sich, in den Umgebungen von Flüssen und Seen, in alten Seebecken, Flussbetten, als Unterlage von Sümpfen und Mooren grössere selbstständige Massen. Sie gehören mit zu den älteren Fluss- und Seebildungen, die längs ihren Ufern, oder an ihrer Mündung, und manchmal in ansehnlicher Höhe über dem jetzigen Stande der Wasser, abgesetzt worden sind. Sie schliessen

häufig knollige und nierenförmige Stücke erhärteten Kalkmergels ein, Gebeine grosser antediluvianischer Vierfüsser und Süsswasser- und Landschnecken, die theils ausgestorben sind, theils noch in der Gegend vorkommen. Hierher gehören die Mergelablagerungen im nördlichen Deutschland, in der grossen Ebene des östlichen Ungarns, die Mergel mit verkohlten Vegetabilien an den Ufern des Missisipi, die Mergellager am Ontariosee, diejenigen, welche bei Geneseo in New-York, S. 710, und in Irland unter Sümpfen und Torfmooren liegen. Die Reste von Cervus euryceros kommen in Irland vorzüglich in einem solchen Mergellager vor.

Im Norden des Bodensees liegt bei Radolfzell ein Lager von weissem Kalkmergel unter der Ackererde und bildet hier die Unterlage der grossen, rückwärts des Sees gelegenen Niederung, die man das Ueberlinger Ried, nach dem Dorfe nennt, das am Nordende derselben liegt. Dieser Mergel ist der Baumcultur in jener Gegend sehr nachtheilig. Die Bäume kränkeln und stehen endlich ab, wenn ihre Wurzeln in denselben niedergehen.

Gebirgsschutt. Geröllablagerungen und Conglomerate.

Syn. Terrains diluviens detritiques.

Geröllablagerungen und jugendliche Conglomerate. Galets et Poudingues. Viele grosse Ebenen, Boden und Seiten aller Thäler sind mit Ablagerungen von gerollten Steinen bedeckt. Sie bilden oftmals kleine rundliche Hügel, steigen bis zu Höhen hinan, welche die heutigen Wasser nicht mehr erreichen, oder liegen auf Terassen, die über die höchsten Wasserstände erhaben sind, und nicht selten in beträchtlicher Entfernung von Seen oder Flüssen. Die Grösse der Gerölle wechselt im Allgemeinen von der eines Hirsekorns bis zur Kopfgrösse; indessen sind kopfgrosse Stücke schon seltener, und solche, die noch grössere Dimensionen haben, gehören zu den ungewöhnlichen Vorkommnissen. Die Abrundung ist meistens sehr stark. Die Geröllager wechseln häufig mit Sand und Grus, und bilden so den Boden, den man im Rheinlande *Kiesboden* heisst. Ihre Mächtigkeit ist manchmal sehr bedeutend, und an vielen Orten unergründet. Die Gerölle stammen bald von den nächsten, das Schuttland umgebenden Bergen, bald sind es Trümmer des festen Gesteins, das seine Unterlage bildet. Nicht selten sind es

Abkömmlinge entfernter Gebirge. Hin und wieder sieht man die Gerölle durch ein kalkiges Bindemittel zu festen, der Nagelfluh ähnlichen, Conglomeraten verbunden, oder durch ein eisenschüssiges Cement verkittet.

Im oberen Rheinthale, zwischen Basel und Mainz, hat man die schönste Gelegenheit, die Verhältnisse der Geröllablagerungen zu studiren. Sie nehmen hier den Raum ein zwischen den Hügeln des Jura, den Vorbergen des Schwarz- und Odenwaldes, des Wasgaus und der Hardt, steigen am Abhange der Hügel und Berge, die das breite Thal begrenzen, hinan, und zwischen Basel und Freiburg an vielen Stellen bis zu einer Höhe von 200 Fuss über dem jetzigen Rheinstande. Mächtigkeit und Unterlage dieses Schuttlandes sind unergründet. Man findet in ihm die Gesteine der Alpen, des Jura, des Schwarzwaldes und der Vogesen. Aus jedem der vielen Thäler, welche von den genannten Gebirgen dem Rheinthal zulaufen, tritt ein besonderes Schuttland hervor, das, aus den eigenthümlichen Gesteinen der Thäler bestehend, welche die Waldströme durchschneiden, am Ausgange derselben sich mit dem Schuttland des Rheins vermischt, und im Allgemeinen darüber weggelagert ist. Unterhalb Strassburg sind die einzelnen Gerölle, die zwischen diesem Orte und Basel gewöhnlich Faust- und Eigrösse haben, schon beträchtlich kleiner; bei Mannheim sieht man sie nur noch von der Grösse einer Haselnuss, mit vielem Grus, von den Dimensionen der Hirsekörner untermengt, und bei Mainz noch kleiner. Hier sieht man, in der Nähe des Rheins, an mehreren Stellen conglomeratartige Schichten in den Geröllmassen. Im oberen Rheinthale sind die Gerölle und der sie begleitende Grus öfters durch ein kalkiges Bindemittel zu einer festen Nagelfluh vereinigt, oder zu einer Art von Kalksandstein. Diese Diluvial-Nagelfluh sieht man vorzüglich am Abhange der Hügel, an welchen die Gerölle emporsteigen; so an den Hügeln zwischen Augst und Rheinfelden, am Fuss der bespülten Felsgehänge unterhalb des Rheinfalls bei Schaffhausen und an einigen Puncten in den Umgebungen von Basel. Die Bildung der Nagelfluhbänke aus den Geröllen des Rheins geht noch unter unseren Augen vor sich. Dies beweisst die beträchtliche Nagelfluhmasse, die an der Mauer des am Rheine stehenden Thomasthurmes zu Basel festsitzt, der zu Ende des 14. Jahrhunderts erbaut worden ist.

Mächtige Ablagerungen von Geröllen umgeben den *Bodensee*, und bezeichnen seine ehemalige Ausdehnung, seinen früheren Wasserstand. Die Gerölle stammen vorzüglich aus den Alpen. Man erkennt die Talkgranite, den Serpentin und den Gabbro aus Graubündten, die Kalksteine des Rheinthals und des Säntisstocks; zwischen vielen Kalkgeröllen liegen Quarze, Nagelfluh und Molasse. Man findet sie bei Stockach, Meersburg u. s. w., in einer Höhe von mehr als 360 Fuss über dem gegenwärtigen höchsten Wasserstand des Sees.

Beinahe alle die breiten Thäler der äusseren Schweiz, zwischen den Alpen und dem Jura, sind mit Geröllen ausgefüllt, die gewöhnlich lose, mit Sand gemengt, und mit diesem zuweilen in Wechsellagerung sind. Oefters aber sieht man sie auch durch ein sandiges Bindemittel, das vielen Kalk enthält, verkittet, und nester- oder lagerweise so innig mit einander verbunden, dass sie an Festigkeit mancher alten Nagelfluh gleichkommen. Die Gesteine der Gerölle sind, je nach der Gegend, verschieden: Granite, Gneise, Kalk- und Sandsteine von den Alpen, Molasse, Nagelfluh und Kalke des Jura. Eine der lehrreichsten Gegenden der Schweiz, zur Beobachtung der Geröllablagerungen und der jugendlichen Conglomerate in denselben, ist, nach H. Studer, die Gegend von *Strätligen* und der *Kanderbrücke*, am südwestlichen Ufer des Thunersees. Hier sieht man einen Durchschnitt der Hügelkette, auf welcher Strätligen steht, von ihrem Gipfel bis herab zum Spiegel der Kander, wohl 60 Meter hoch, entblösst. Die Gerölle von Kalk und Grauwacke, welche heute noch von der Kander und der Simme herbeigeführt werden, bilden die obere Hälfte des Durchschnitts, und sind so fest durch einen grauen, sandigen Lehm, das Product der Verwitterung des Frutigthaler Mergels, verkittet, dass man die Strasse durch Sprengarbeit durch sie treiben musste. Von Schichtung sind Spuren, als horizontale dunklere Streifen vorhanden. Ungefähr in der halben Tiefe sieht man eine deutliche, horizontale Absonderung; die unteren Massen sind von den oberen beträchtlich verschieden, dem Anscheine nach viel früher gebildet, oder unter anderen Umständen abgesetzt worden. Sie erscheinen in langen Nestern von ungleicher Festigkeit, so dass die einen über den anderen hervorstehen. Die Gerölle, noch immer Kalk und Grauwacke, sind nicht mehr durch Lehm, sondern durch einen magern Sand verkittet, der oft ei-

gene Nester oder Lager bildet, die für sich nicht von der Molasse unterschieden werden können. Höchst auffallend ist das starke östliche Einfallen dieser Nester, unter einem Winkel von beinahe 45°, was man bei jugendlichen Gebilden selten wahrnimmt. Eine halbe Stunde nördlich von Strätligen liegt am rechten Ufer des alten Kanderbettes ein horizontales, 0.3 Meter mächtiges Braunkohlenlager in dieser Schuttmasse, das aus dicht zusammengepressten, bräunlich-schwarzen Holzstücken besteht, und in einem feinen blauen Ton eingeschlossen ist.

Die Aussenfläche der verkitteten Geröllbänke ist immer rauh und zerfressen. Die festeren Lager ragen zuweilen zwei bis drei Fuss weit aus den lockeren, leichter zerstörbaren Massen hervor. Deutliche Schichtung fehlt.

Die Gerölle des Diluviums, von den Bewohnern des südlichen Deutschlands, der Schweiz und des Elsasses *Kies* genant, werden mehrfach benützt. Die grösseren gebraucht man als Pflastersteine; der feinere Grus ist ein vortreffliches Material zur Unterhaltung der Strassen, wird gewöhnlich durch ein Sieb geworfen, und dadurch vom Sande gereinigt. Der quarzige Sand ist für sich ein vorzügliches Material zum Mörtel.

Das Erdreich über den Geröllablagerungen ist gemeiniglich ein steiniger, unfruchtbarer Boden, davon kann man sich bei der Betrachtung der sogenannten *Hardtfelder* überzeugen. Solche sind in Baden zwischen dem unteren Bodensee und dem Hegau, und insbesondere zwischen Ricklishausen und Singen am Hohentwiel ausgebreitet. Im Rheinthal sind die Gerölle grösstentheils von Lehm oder Mergel bedeckt, und namentlich da, wo sie sich an den Hügeln hinaufziehen. Hier prangt denn auch eine reiche Vegetation über dem unfruchtbaren Schuttlande, und selbst da, wo die Gerölle ganz an der Oberfläche liegen, wie es an manchen Stellen der Fall ist, die sich in der Nähe des Rheins befinden, ist der ursprünglich karge Boden durch lange Cultur verbessert worden, und trägt jetzt vielfache Früchte.

Seifenwerke.

Die Ablagerungen von Thon, Lehm, Sand und Geröllen enthalten an vielen Orten nutzbare oder geschätzte Mineralien, welche durch Wascharbeit gewonnen werden. Seit den ältesten Zeiten wird das goldführende Schuttland durch Waschen auf jenes edle Metall benutzt, das die Menschen als ein Zeichen,

ja Viele als die wahre Quelle des Reichthums betrachten. Die Goldwascherei ist eine der ältesten Arbeiten der cultivirteren Völker, und weit älter als der Bergbau, ja sie hat wohl die ersten Bergbauer veranlasst, dasjenige im Schoos der festen Gebirge zu suchen, was sie bisher nur zerstreut auf der Oberfläche der Erde gefunden hatten. Aehnliches mag auch beim Zinn der Fall gewesen sein. Beide Metalle wurden vorzüglich im Schuttlande der Thäler und Ebenen gefunden. *Seifen*, im Plattdeutschen *Siepen*, heisst jedes kleine Thal; der Name *Seifenwerk*, englisch *Stream-Work*, ist wohl daraus entstanden, dass die Zinnwäschen in Sachsen und Böhmen in Seifen, das ist in Thälern, lagen. Später wurden alle, nutzbare oder geschätzte Mineralien einschliessenden, lockeren Diluvialmassen *Seifenwerke* genannt.

Sie bestehen im Allgemeinen aus lockeren Anhäufungen von Thon, Lehm, Sand, Grus und Geröllen. Die Gerölle erreichen selten Faustgrösse. Quarzkörner herrschen gemeiniglich vor, und sind meistens stark durch Eisen gefärbt. Man unterscheidet vorzüglich *Gold-*, *Platin-*, *Zinn-* und *Demant-Seifen*.

Die *Goldseifen* sind die gewöhnlichsten und auf eine merkwürdige Weise in grosser Ausdehnung und Allgemeinheit über alle Theile der Erde verbreitet. Die Schuttmasse oder der Kies der Goldseifen besteht in den mehrsten Fällen aus vorherrschenden Geröllen und Körnern von Quarz, womit Glimmerblätter, Geschiebe und Gerölle verschiedener Gesteine, Thon- und Lehm-Massen vorkommen. Manchmal bestehen aber die Trümmer vorzüglich aus Stücken von Chlorit- und Talkschiefer, Diorit, Serpentin und Syenit. Zwischen den kleinen Körnern der verschiedenen genannten Gesteine liegen ebenfalls in Körnerform gewisse, fast allerorten das Gold begleitende, Mineralien: Magneteisen, Titaneisen, Chromeisen, Schwefelkies, Eisenglanz, Brauneisenstein, Granat, Zirkon, Spinell u. e. a. Das Gold findet sich theils in Blättchen, theils in Körnern und nicht selten in Geschieben von mehreren Pfunden.

Die europäischen Goldseifen sind im Ganzen von keiner grossen Bedeutung. Sie liegen in Thälern und Ebenen, und werden durch die Flüsse und Bäche ausgespült, welche diese durchfliessen. Es bilden sich so Goldsandlagen in den Betten, welche mitunter der Gewinnung und Aufbereitung werth sind. Unter den Flüssen Deutschlands führen der Rhein, die Isar, der Inn, die Edder und mehrere andere Goldsand.

Der Goldgehalt des *Rhein-Schuttlandes* ist seit vielen Jahrhunderten bekannt. Es ist historisch nachgewiesen, dass seit dem 7ten Jahrhundert am *Rhein* Gold ausgewaschen wird, und unter Europas Flüssen nimmt er hinsichtlich der Goldführung eine der ersten Stellen ein. Auf der Strecke zwischen Basel und Mannheim beträgt gegenwärtig die jährliche Goldgewinnung im Mittel ungefähr 20,000 fl. Ehemals wurde die Goldwascherei von Basel an bis herab nach Mannheim betrieben. Gegenwärtig wird die Arbeit vorzüglich von Wittenweier oberhalb Kehl bis Philippsburg geführt. Die reichsten *Goldgründe*, wie man die goldführende Kiesschicht nennt, kommen zwischen Kehl und Daxlanden bei Carlsruhe vor, und an dieser Rheinstrecke zeichnet sich insbesondere die Gemarkung des Dorfes Helmlingen durch reiche Gründe aus. Unterhalb Philippsburg bis Mannheim befinden sich auch noch einige Goldwaschereien und einzelne bis Mainz. Von da an hört dieser Betrieb ganz auf. In diesen unteren Gegenden haben die Rheinrectificationen und die vielen Durchschnitt- und Uferbauten, so wohlthätig für die Gemarkungen der Rheinorte, den Ertrag der Goldwaschereien sehr vermindert.

Das Gold liegt in kleinen Blättchen zerstreut im ganzen alpinischen Schuttland des Rheinthals, nicht allein im Kies seines jetzigen Rinnsals, und wird nicht erst jetzt herbeigeführt. Davon überzeugen uns die Untersuchungen von Kieslagen, die vom Rhein weit entfernt sind, und die rückwärts seiner Ufer aufgefundenen Goldgründe bei Philippsburg und bei Allmannsweier unfern Lahr. Aber erst von Waldshut an, nachdem die *Aar* sich in den Rhein ergossen hat, ist der Kies goldhaltig. Durch diesen Canal wurde es einst dem Rheinthal zugeführt, und empfängt der Rhein immer noch etwas Gold. Es werden auch schon in der Aar Goldwaschereien betrieben, namentlich von den Bewohnern des Dorfes Biberstein unterhalb Aarau. Zwischen Waldshut und Basel sind theils die höheren Ufer, theils die starke Strömung der Bildung der Goldgründe ungünstig, die eine Arbeit der Rheinwasser ist, wodurch die an und für sich goldarme Kiesmasse für eine lohnende Gewinnung vorbereitet und angereichert wird. Die Hauptmasse der rheinischen Kiesablagerung ist alpinischer Abkunft (S. 718). Die Rollsteine und Körner bestehen vorwaltend aus Quarz, quarzigen Schiefern, Sandsteinen, Kieselschiefer, aus verschie-

denen Kalksteinen der Alpen und des Jura und einzelnen Stücken von schieferigem Hornblendegestein, von Gneis und Granit; seltener erscheinen Stücke von Porphyr, Diorit und Serpentin. Die vorkommenden Bergkrystall-Gerölle sind unter dem Namen der *Rheinkiesel* bekannt. Der zwischenliegende Sand besteht aus grauen Quarzkörnern.

Die Grösse der Gerölle zeigt gut die Stärke der Strömung auf der ganzen Strecke an, wo sich keine Goldgründe anlegen. Sie ist zwischen Waldshut und Basel von der Art, dass das mittlere Gewicht der Gerölle 12 Pfund beträgt, das sie auch noch bei Neuenburg haben. Von hier an nimmt aber die Strömung ab; bei Breisach beträgt das mittlere Gewicht nur noch 5,2 Pfd., bei Wittenweier 3 Pfd., bei Goldscheuer 2,4 Pfd.

Wo nicht Uferbauten den Rinnsal in stetiger gleicher Beschaffenheit erhalten, da erleidet er durch die Strömung tägliche Veränderungen, und gerade diese sind der Goldgewinnung günstig. Die Goldgründe legen sich nur unterhalb der Stellen an, wo der Rhein „Oset“, wie die Anwohner sagen, wo er Stücke des Ufers einreisst, Inseln, Kiesbänke im Strombett angreift. Er schwemmt aus dem aufgewühlten Schuttland die leichteren Theile fort und transportirt die schwereren, worunter das Gold, eine Strecke abwärts. Wo nun unterhalb solcher angegriffener Stellen ein ruhigeres Wasser ist, ein Vorsprung, ein Sporn dies veranlasst, das untere Ende von Kiesbänken oder Inseln unter ruhigerem Wasser liegt, da setzen sich Goldgründe an. Sie haben im Allgemeinen eine schmale langgezogene Gestalt, und sind dem Goldwascher theils durch ihre Lage, theils durch die bräunlich-schwarze Farbe des zwischen den Geröllen liegenden Sandes kenntlich. Die Goldblättchen werden nämlich immer von schwarzem Eisensande, Magneteisen, Titaneisen und auch etwas Chromeisen und röthlichen Quarzkörnern, worunter auch Granat, begleitet, so wie von kleinen schwarzen Körnern von Augit und Hornblende, von Zirkon- und Bergkrystall-Körnern. In der Regel liegt das Gold am oberen Ende der Gründe am reichlichsten, immer auf der obersten Schicht des Grundes, selten über 6 bis 10 Zoll tief; selten liegt eine goldleere Schicht darüber. Findet der Goldwascher einen guten Grund, so ver-

dient er durch eine Tagarbeit, wobei er ungefähr 4 Cubikmeter Kies durchwascht, einen Lohn von 1 bis 2 Gulden *).

Die badischen Goldwascher, welche das Geschäft vorzüglich betreiben, liefern jährlich 2000 bis 3000 Kronen **) Rheingold zur Carlsruher Münze, von einem Feingehalt von 22 Karat, und erhalten für die Krone 5 Gulden. In dem Zeitraum von 1804 bis 1834 wurden 41,815 Kronen, etwas über drei Zentner Rheingold zur Münze abgeliefert, was zu 5 fl. die Krone, 209,075 fl. beträgt ***).

Nach einer von H. Daubrée †) zu Strassburg an verschiedenen Punkten des Rheinthals vorgenommenen Untersuchung des hier niedergelegten alpinischen Schuttlandes enthalten seine goldreichsten Lagen 6 Zehnmillionstel Gold, und haben dabei eine Ausdehnung von 200 bis 300 Quadratmeter bei einer Dicke von 10 bis 20 Centimeter. Der gewöhnliche goldführende Kies enthält nur $^1/_4$ oder $^1/_5$ so viel Gold.

In einer Kiesmasse von 4,5 Kilog. = 9 Pfund liegen im Durchschnitt nur 3 bis 4 Goldblättchen. Der Goldwascher findet aber öfters Gründe, die in der gleichen Kiesmenge 12 bis 15, ja bis 50 Goldblättchen enthalten. Die allerreichsten enthalten sogar 70 bis 80 Blättchen, so dass im Cubikmeter Goldgrund 1,011 Gramme Gold enthalten sind, und der Gold-

*) Der ausgewaschene Sand wird vermittelst Quecksilber ausgezogen und das erhaltene Goldamalgam ausgeglüht. Der vom Gold getrennte Sand wird in der Gegend allgemein als Streusand beim Schreiben verwendet und mit 1 fl. 12 kr. per Simri bezahlt. Beim Auswaschen des Kieses auf dem sogenannten Sturzkorb (Siebvorrichtung) bleiben die grösseren Gerölle zurück, und darunter finden sich die *Rheinkiesel.* Die Extraction des Goldes vermittelst Quecksilber ist schon sehr alt; sie wurde bereits im 12ten Jahrhundert im Innern Africas angewendet. Asie centrale t. I. p. 534.

**) Eine Krone Gold = 3,37 Gramme oder 58 Gran und $69^1/_3$ Krone = 1 kölnische Mark, daher 13 Kronen 3 kölnische Loth.

***) Das reichste Jahr war 1831 mit einer Rheingold-Lieferung von 3716 Kronen = 18,580 fl. Man verwendet das Rheingold in seinem natürlichen Zustande zu Dukaten und prägt auch alle Goldmedaillen daraus. Sein Gehalt ist genau 0,934 Gold, 0,066 Silber, 0,00069 Platin. S. die Goldwascherei am Rhein, beschrieben vom Münzrath Kachel zu Carlsruhe, im Bad. Landwirthsch. Wochenblatt 1838. Nr. 37 und 38.

†) Memoire sur la distribution de l'or dans la plaine du Rhin et sur l'extraction de ce métal.

Ann. des Mines 1846 t. X. und besonders daraus abgedruckt.

wascher im Tag über 5 Gulden verdienen kann. Diese Anreicherung ist die Arbeit des Rheins, durch welche das Goldverhältniss des Kieses von 1 bis auf 70 gesteigert wird. Ohne diese Vorarbeit der Rheinwasser müsste das Gold im ganzen Thalgrund, das nach H. DAUBRÉE's Schätzung *) einen Werth von 114,536,124 Franken hat, unbenützt liegen bleiben.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass das Rheingold gleichzeitig mit den Schuttmassen, die den Thalgrund erfüllen, *vor* der Bildung des Löss, in das Rheinthal geführt, und zunächst durch die Aar herbeigebracht wurde. Mehrere Gebirgsströme führen der Aar das Gold zu, namentlich die beiden Emmen, die *Holz-* und die *Goldemme*, welche letztere insbesondere durch die *Ilfis* Gold erhält. Nach den Beobachtungen von RENGGER **) stammt das Gold der Aar zunächst aus der Molasse ab. Die Blättchenform des Rheingoldes weist wohl darauf hin, dass es an seiner ursprünglichen Lagerstätte in schieferigen Gesteinen vorgekommen ist, die nach der Menge der begleitenden Quarze, kieseliger Natur, Quarzschiefer, quarzige Talk-, Chlorit- oder Hornblendeschiefer sein müssen, die im Alpengebirge sehr verbreitet sind. Beachtenswerth ist in dieser Beziehung das wohlbekannte Goldvorkommen im Talkschiefer des Galanda bei Chur, wovon in der Sammlung dortiger Cantonschule schöne Stufen aufbewahrt werden. Es ist DAUBRÉE ***) gelungen, durch Pulvern und Verwaschen der Rheinbettgerölle, Goldblättchen daraus abzuscheiden. Da man im Rheinthal die Gerölle sowohl zum Strassenbau, als zur Pflasterung vieler Städte verwendet, so kann man sagen, dass die Bewohner dieser Gegend *auf Gold gehen und fahren.* Aber dieses Goldes ist sehr wenig. Man darf sich nicht wundern, wenn es nicht wahrgenommen wird. Die Blättchen sind so winzig klein, dass 17,6 derselben erst ein Milligramm ausmachen. Was davon die von den Gewässern des Wasgaus und des Schwarzwaldes in den Rhein geführten Kiesmassen enthalten, ist noch weniger. Es geben im Durchschnitt 10

*) Ebendaselbst, besonderer Abdruck, S. 31.

**) Verhandlungen der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften 1827.

***) A. o. a. O.

Kilog. Kies, 0,9 Milligramme Gold, was einem Gehalt von 0,000,000,09 entspricht.

Der Goldgehalt der *Edder* *) in Hessen scheint demjenigen des Rheins gleich zu kommen. Die Gewinnung, kaum eingeleitet, hat aber wieder aufgehört. Beachtenswerth ist auch die Goldführung des Goldbachs bei Andel, unfern Bernkastel; man findet dann und wann kleinere Goldstückchen im Werthe einiger Dukaten. Im Grossbach bei Enkirch in der Moselgegend hat man vor einigen Jahren ein Goldstück von 4 Loth gefunden.

In *Niederschlesien* führt das Diluvial-Schuttland an mehreren Orten Gold. Vom 11ten bis 13ten Jahrhundert ist daselbst bei Nikolstadt, Wahlstadt, Gross Wandritz über Granit, zu Goldberg über Thonschiefer, zu Löwenberg über Quadersandstein im Schuttland ein ausgedehnter Bau auf Goldsand geführt worden. Jetzt noch bezeichnen zahlreiche und weit verbreitete Pingenzüge seine Ausdehnung und die Orte, wo er stattgefunden hat. Es ist vorzüglich die Gegend von Löwenberg und Goldberg, in welcher der Betrieb anhaltend geführt worden ist. Gegenwärtig liegt er gänzlich; doch ist, nach den neuesten Untersuchungen des H. v. Dechen, Wahrscheinlichkeit vorhanden, hier Punkte zu treffen, an denen jetzt noch mit Vortheil auf Goldsand gebaut werden kann. In *Siebenbürgen* wird, in der Gegend von Ohlapian bei Hermannstadt, aus dem Sande von Bächen, seit langer Zeit Gold gewaschen, und in bedeutender Menge gewonnen. In *Frankreich* ist nebst dem Rhein vorzüglich die Ariège wegen der Goldführung bekannt. Sie durchfliesst, unfern Variches die Pyrenäen verlassend, die Ebene von Pamiers, und hat sich in das Schuttland derselben ihr Bett gegraben. Bei grossem Wasser greift sie, und so auch alle die kleinen Bäche, die ihr zufallen und dasselbe Schuttland durchschneiden, das Ufer an. Der leichte Sand und Schlamm wird weggeführt; die grösseren Gerölle, der gröbere Sand und die in der Kiesablagerung vorhandenen Goldkörner setzen sich bald wieder ab. Bei kleinem Wasser

*) Noeggerath, über das Vorkommen des Goldes in der Edder; Karsten's Archiv für Mineralogie u. s. w. Bd. VII. S. 149.

Eschwege, im Jahrb. für Mineralogie 1833, über die Goldwascherei an der Edder.

wird der neue Sand- und Kiesansatz durchgewaschen. Die Ausbeute war in früherer Zeit beträchtlich, und recht bezeichnend ist daher der Name des Flusses, Ariège *(Aurigera)*. Die Ebene von Pamiers lieferte ehedem jährlich gegen zweihundert Mark Gold an die Münze zu Toulouse ab. In *Spanien* wird jetzt nur noch aus dem Sande des Tajo Gold gewaschen. Ehedem war in diesem Lande und in Portugal die Goldgewinnung aus Schuttland während einer Reihe von Jahren sehr beträchtlich, und stieg bis auf 6000 Kilog. *)

Africa, der abgeschlossenste aller Welttheile, dieses Land des Wunderbaren, bewahrt in seinen Diluvialmassen einen unerschöpflichen Goldreichthum. Die Kenntniss seiner Küste und seines Innern verdanken wir grösstentheils seinem Golde. Mit unwiderstehlicher Gewalt trieb es den goldgierigen Europäer, zwei Jahrhunderte lang, aus den entferntesten Ländern an die lebensgefährliche Küste, und nach Gold seufzende Missionäre drangen bis in die Mitte des Continentes vor. Als im Jahre 1500 zwei portugiesische Admirale an der Küste von *Sofola*, am Ostrand von Hochafrica, zwei mit Gold beladene, maurische Schiffe fanden, die nach Melinde fuhren, da war die Quelle entdeckt, aus welcher der grosse Reichthum der Mohren von Mozambik und Mombaza floss. Das Gold liegt in *Manica* 50 Legoas im Westen von Sofola, im Sande der Bäche und Felder, an mehreren Stellen 6 bis 7 Palmen tief unter der Oberfläche. In *Monomotapa* kommt es auch in grösseren zelligen Körnern in einer rothen Erde vor. Die Regenzeit begünstiget die Gewinnung. Aus den sandigen Niederungen um *Schabun*, südlich von *Obeid*, der ehemaligen Hauptstadt Kordofans (vor Mehemet Ali Paschas Besitznahme, ein vortrefflicher Markt, jetzt durch systematische Ausplünderung und nach gänzlicher Zerstörung der Gebäude, eine armselige Niederlassung mit einem befestigten türkischen Lager), wird durch die Regengüsse reichlich Gold ausgewaschen; ja man findet dort zuweilen ganze Klumpen gediegenes Gold. Auch auf der Terasse von *Fazoglo*, im Westen des Nilstroms, wird nach der Regenzeit in den Flussbetten sehr viel Gold gewonnen, das nach Senaar kommt. Das Diluvium von *Bouré* endlich ist das Goldland für den Markt von Jenne und Tem-

*) Boekh, in H. v. Humboldt's Asie centrale t. I. S. 540.

boctou, und für die englischen und französischen Niederlassungen an der Küste. Oestlich von Fouta Dhialon liegt das Land *Bouré*, mit dem Hauptorte gleichen Namens, am Flusse Tankisso, zwischen 10° und 11° N. Br., und 10° und 12° W. L., das goldreichste Land am Nordabfall des Hochlandes von Sudan. Fortwährend sind hier Sklaven beschäftiget, die goldhaltige Erde durch Schachte zu gewinnen, welche von den Weibern in Kürbisflaschen oder Calabassen geschlemmt wird. Auch die Landschaft Bambuck, im Westen von Bouré, ist reich an Gold.

Der Goldreichthum des Diluviums von *Asien* war bis auf die neueste Zeit wenig bekannt, obgleich schon im Alterthum in diesem Welttheile Arbeiten auf Gold getrieben wurden, und die alten Asiaten durch den Besitz dieses Metalles die Aufmerksamkeit der übrigen Völker auf sich gezogen hatten. Herodot lässt *) in den sandigen Flächen Indiens grosse Ameisen leben, die sich unterirdische Wohnungen graben, und dabei goldhaltigen Sand zu Tage fördern, welchen die Indier, auf Kameele verpackt, davonführen. Tibet, das chinesische Hochland Caraiam, der Indus und Ganges führen Goldsand, und Kemaun, die Mittelstufe zwischen Hochtibet und Bengalen, ward von jeher das „Goldreiche" genannt. Aber erst im Jahr 1814 wurde der grosse Goldreichthum des aufgeschwemmten Landes von Nordasien entdeckt. Hier liegt, im östlichen Russland, auf beiden Seiten des Urals, vorzüglich aber auf der Ostseite, eine nie geahnte Goldmenge. Das Gold findet sich an vielen Stellen wenige Zolle unter dem Rasen, in feinen Blättchen und in grösseren Körnern und Geschieben, in Sand- und Thonschichten. Es hatte das Mädchen Katharina Bogdanow von Neviansk 1813 unfern des Hüttenwerks Roudiansk ein Goldkorn unmittelbar unter dem Rasen gefunden. Schlenew, Director der Katharinenburgischen Werke, erhielt Kenntniss davon, und liess 1814 die erste Goldwäscherei-Arbeiten führen; bald fand man Goldgeschiebe von mehreren Pfunden Gewicht. Die reiche Ausbeute reizte zu weiteren Untersuchungen, und es wurden um Katharinenburg und in den Beresow'schen Bergwerksbezirken nach einander noch mehrere Goldsandablagerungen aufgefunden, namentlich an den

*) Herodot. 3. 102.

Ufern der Neiva Schuralka und Kalata. Im Jahr 1819 fingen auch Privaten an, auf ihrem Grund und Boden Gold zu waschen. Die Nachsuchungen wurden fortgesetzt. Im Jahr 1822 wurden schon 20 Pud *) aus Sand gewonnenen Goldes abgeliefert. Diese plötzliche Vermehrung um die Hälfte der bisher aus dem Beresow'schen Bergwerke gewonnenen Goldmenge — sie hatte nie 40 Pud übertroffen — erregte nun grosse Aufmerksamkeit, und hatte zur Folge, dass im Sommer 1823 eine Bergcommission an den Ural abgesendet wurde, welche die Aufgabe hatte, das dortige Goldvorkommen auf das Genaueste zu untersuchen. Die Commission fand, das der Goldsand nicht locale, durch die Uralgewässer angeschwemmte Ablagerungen bilde, sondern sich an beiden Seiten des Gebirges, namentlich am östlichen Abhange, auf einer an 1000 Werste langen Strecke verbreitet finde, und dass die ganze Masse verwitterter Gebirgstrümmer, womit die Oberfläche dieses Landstriches bedeckt ist, bis auf eine gewisse Tiefe, überall mehr oder weniger Goldtheile enthalte. Es wurden nun an vielen Stellen neue Waschwerke angelegt, und im Jahr 1824 waren schon 12,000 Menschen mit Goldwaschen beschäftiget. Man fand Goldgeschiebe von mehreren Pfunden. Beim Anblicke von derben Stücken von 10 und 20 Pfunden erstaunt man billig, und wundert sich, wie dieselben durch Jahrhunderte hindurch, wenige Zolle unter der Oberfläche gelagert, verborgen bleiben konnten.

Mit dem Golde kommen Körner und Stücke von Quarz und Bergkrystall, Körner von Zinnober, Gediegen-Kupfer, Granat, Oktaedrit, Albit, Ceylonit, Magneteisen, Titaneisen, Chromeisen u. s. w. vor. Die Masse des Sandes ist stark mit Geschieben von Grünstein, Chloritschiefer und Serpentin untermengt, und schliesst zuweilen Knochen urweltlicher Thiere ein, Reste von Eleph. primig. und Rhinoceros tichorinus. Die Ural'schen Goldgründe liegen gruppenweise auf den verschiedenartigsten Gesteinen, haben eine langgezogene Gestalt, eine Mächtigkeit von durchschnittlich $3^1/_2$—5 Fuss, und kommen theils in Thälern, theils in alten kleinen Seebecken, die jetzt Sümpfe sind, theils auf wasserlosen Plateaus vor. An manchen

*) 1 russ. Pud = 16 Kilogramme; 1 Pud Gold = 15,000 Silber-Rubel = 55,000 Francs.

Stellen ruhen sie unmittelbar auf Gesteinen, worin Goldgänge aufsetzen (Beresovsk, Miask), und dieses, so wie die begleitenden Gerölle von Grünstein, Serpentin, die eckigen Stücke von Quarz, öfters mit insitzendem Gold, geben zu erkennen, dass die Goldgründe an Ort und Stelle gebildet und ihre Schuttmassen durch die Wasser nicht weit von der Lagerstätte weggeführt worden sind. Die Ural'schen Waschwerke gaben 1826: 232 Pud; 1827: 282 Pud; 1828: 291 Pud Gold, und die ersten 6 Monate des Jahrs 1829 lieferten 142 Pud 2 Pfund. Zehn grosse Goldgeschiebe, welche von 1824 bis 1826, in dem Diluvium von Tzarewo Alexandrowski bei Miask, im südlichen Ural, auf einem engen Raume gefunden wurden, wogen zusammen 2 Pud 34 Pfund (199½ Mark). Unter diesen Geschieben waren 2 zu 13 Pfund, 1 zu 16 Pfund und 1 zu 24 Pfund 69 Zolotnik (43¼ Mark) Gewicht *). Im Norden des Urals sind, nach H. A. v. Humboldt, der im Sommer 1829, auf seiner Reise in Nordasien, den Ural besucht, und die genauesten Angaben über das dortige Goldvorkommen mitgetheilt hat **), neuerlichst wichtige Goldablagerungen entdeckt worden.

Seit 1834 kennt und bearbeitet man im mittleren Sibirien Goldsand-Lager, ganz denen am Abhang des Urals gleich. Unter den 398 Pud Gold (27,884 Mark), welche 1836 das ganze russische Reich lieferte, waren 104 Pud 15 Pfund aus Sibirien. Im folgenden Jahr 1837 war die Ausbeute schon 130 Pud. Die sibirischen, im östlichen Theile des Tomskischen Gouvernements liegenden Goldsand-Lager befinden sich an beiden Abhängen, besonders aber am östlichen eines kleinen Gebirgsarmes, welchen der von Osten gegen Westen streichende Altai in den Meridian des Telezkischen See's gegen Norden aussendet, und der bis in den Parallel von Tomsk reicht. Er hat in Form, Richtung und Zusammensetzung die grösste Aehnlichkeit mit dem Ural, und erscheint wie eine Wiederholung desselben, nur in geringerer Länge. Auch am

*) Im Jahr 1842 fand man hier das grösste Stück Gold, das bis jetzt bekannt geworden ist; es wiegt 2 Pud 7 Pfund 92 Solotnik, also über 87 russ. Pfunde, ist eine halbe Elle lang und etwas weniger hoch! Die gesammte Goldausbeute am Ural betrug 1846—1847 2100 Pud, 300 Pud mehr als 1843—1844 und 1845—1846.

**) Asie centrale t. I. S. 496 ff.

sibirischen Flusse Biriusa, der die Gouvernements Jeniseisk und Irkutzk von einander trennt, sind reiche Goldsandlager aufgefunden worden.

Die gegenwärtige jährliche Goldausbeute der Waschwerke am Ural und Altai, die im Jahr 1846—1847 2100 Pud ausmacht, und einen Werth von 53 Millionen Gulden repräsentirt (1 Pud = 55,000 Francs), übertrifft Alles, was je in den reichsten Jahren der Goldproduction Brasiliens und des ehemaligen spanischen Americas gewonnen worden ist.

Das Vorkommen *organischer Reste vorweltlicher Thiere* im goldführenden Schuttland des Rheins hat ein grossartiges Analogon in dem Vorkommen ähnlicher Thierreste in den goldreichen Schuttmassen des Urals. Auf dem Plateau dieses Gebirges liegen in den Goldsandmassen seines südlichen Theils dieselben Reste von Eleph. primigenius, Rhinoceros tichorinus, Mastodon gig., welche überhaupt im Schuttland Sibiriens vorkommen. (Eichwald, die Urwelt Russlands, Heft 2.)

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Schuttland an den beiden Seiten des Urals einerseits in den Becken des Irtisch, andererseits in dem Thal der Kama abgelagert, einst im Zusammenhange gestanden, und erst in der jüngeren Diluvialzeit durch die *Erhebung* des Gebirges in einen europäischen und in einen asiatischen Theil geschieden worden ist. Die Katastrophe dieser Gebirgserhebung ist jedenfalls erst eingetreten, nachdem die jungen Kalkbildungen um das Kaspi-Meer während einer Periode der Senkung jener Gegenden schon gebildet waren. (A. v. Humboldt, Asie centrale T. I. p. 508.)

Die Vermengung des Ural'schen Goldsandes mit Knochen vorweltlicher Thiere ist an den verschiedenartigsten und von einander weit entfernten Stellen beobachtet worden, vornämlich aber im südlichen Ural in den Goldwäschen von Anninskoi, unfern des Sees Aouschkoul. Hier fand man die goldführende Sandschicht durch eine ganze Lage zerbrochener Knochen von dem tauben Sande geschieden. (Ebendaselbst p. 505.)

America endlich ist der Erdtheil, dessen Diluvialmassen einen unermesslichen Goldreichthum in sich schliessen. Beide Hälften der grossen Westfeste sind auf beträchtliche Strecken mit goldführendem Diluvium bedeckt, und besonders goldreich sind die Schuttmassen der Südhälfte.

In *Nordamerica* hat das goldführende Diluvium eine grosse

Ausdehnung. Es ist an der Ostseite der Alleghanys im Staate von *Nord-Carolina* über einen Raum von mehr als 1000 Quadratmeilen ausgebreitet, besteht vorzüglich aus Sand und Thon, und hat hornblendige Porphyre, Grünstein, glimmerreiche Granite, Grauwacke und Thonschiefer zur Unterlage. Das Gold wird grösstentheils aus dem bläulichen Thon gewaschen, der ein Product der Verwitterung der beiden erst genannten Gesteine zu sein scheint. Gleiche Verhältnisse des Bodens führten zu Nachforschungen in *Süd-Carolina*, die günstig ausfielen. Sie wurden auch auf Tennessee und Alabama, und bis über das linke Ufer des Savannah-Flusses, im Freistaat *Georgia*, ausgedehnt, und hier mit besonderem Erfolge fortgesetzt. Der Goldreichthum ist hier bedeutend. Die Wäschereien kamen in Georgia zu Anfang des Jahres 1830 in Betrieb, und noch vor Ende des Jahres hatte man schon für 600,000 Dollars Gold ausgeseifnet. Es findet sich hier nicht blos in feinen Körnern, sondern öfters in Geschieben von ziemlicher Grösse, im Gewicht von 4 bis 16 Pfunden. Nachdem man in Nord-Carolina in der Grafschaft Cabarras eines Tages ein Stück Gold von 28 Pfund gefunden hatte, fand man am folgenden Tage wieder Stücke von 10, 13 und 20 Pfunden. Im Jahr 1821 soll in demselben Staate in der Grafschaft Anson ein Goldgeschiebe von 48 engl. Pfunden = $21\frac{7}{10}$ Kilog. gefunden worden sein *). Die nordamericanischen Goldwäschen haben in der Periode 1830—1835 jährlich 800,000, ja selbst 1 Million Dollars Gold geliefert **). Man benützt in jenen Gegenden die Goldkörner als Münze, indem man nach dem Gewichte zahlt. Vor Betrug mit Schwefelkies schützt das Breitschlagen der Körner.

In neuester Zeit hat man unter dem Gold von Nord-Carolina, Grafschaft Rutherford, auch einzelne Körner von Platin und Wismuthgold gefunden.

Ganz unerwartet und mit überraschendem Reichthum ist *Californien* 1848 als das jetzt goldreichste Land der Erde bekannt geworden. Sein Golddistrikt, Nordcalifornien, ist seit dem mexicanischen Kriege mit wenigen Ausnahmen Staatseigenthum der Vereinigten Staaten. Man kann seinen Reichthum nur mit

*) Asie centrale t. I. S. 525.

**) A. v. Humboldt, über die Schwankungen der Goldproduction mit Rücksicht auf staatswirthschaftliche Probleme. Deutsche Vierteljahrs-Schrift 1838. Heft 4.

demjenigen vergleichen, den die Spanier vor vierthalb Jahrhunderten in Peru vorfanden. Der jetzt bekannte reichste Distrikt liegt im unteren Theil des fruchtbaren *Sacramentothales*, auf der Landzunge zwischen diesem und dem ihm von der östlichen Sierra Nevada zufliessenden Rio de los Americanos. In dem von diesem Bach durchflossenen Seitenthal liegt die Sägemühle Sutters, eines Berners, der nahe am Zusammenfluss beider Gewässer eine Niederlassung, Sutters-Fort, gegründet und beim Wasserbau genannter Sägemühle im September 1847 zuerst den Goldgehalt des Kieses bemerkt hat. Die bekannt gewordene Entdeckung verbreitete sich mit zauberhafter Schnelligkeit, und schon nach Verlauf von 3 Monaten waren Tausende von Menschen mit der Goldgewinnung beschäftigt. Das Gold kommt vorzüglich in kleinen Körnern, mitunter aber auch in Stücken bis zu mehreren Lothen vor, ist von Quarz begleitet, der alle Kennzeichen des Gangquarzes hat, und stammt ohne Zweifel von Goldgängen der östlichen Nevada ab, von denen schon einige aufgefunden und Gegenstand bergmännischen Betriebes sind. Es sollen nach den Mittheilungen des Obersten Mason viele Goldwascher täglich für 16 Dollars Gold gewinnen, die grösste Gewinnung im Tag sich auf 200 Dollars belaufen. Vom Rio San Joaquim an, der neben dem Sacramento sich in die Bucht der berühmten Hafenstadt San Francisco ergiesst, führen alle Bäche, die aus der östlichen Nevada kommen, Goldkörner 60 geographische Meilen nordwärts hinauf.

Das Sacramentothal und das daran stossende südlichere ungeheure Thal zwischen der Küste und der Sierra Nevada gehören zu den herrlichsten Ländern der Welt. Sie sind nicht nur mit Gold und anderen Metallen gesegnet, sondern auch mit einem milden Klima und höchst fruchtbarem Boden. Ihr ungeheurer Reichthum an Viehheerden und hochstämmigen Waldungen ist bekannt. Die Pfirsiche blühen während des Januars. Weinbau und edle Schafzucht gedeihen; der Weizen trägt reichlicher, als in Egypten. Kein Wunder, dass die Vereinigten Staaten ihre ganze Aufmerksamkeit diesem Lande zuwenden, das, mit seinem Goldreichthum und einer dorthin gemachten Heerstrasse, sie in den Besitz des Handels mit Ostasien setzen und zum Zwischenmarkt zwischen Europa und Asien machen kann. So führt die Entdeckung des californischen Goldes wohl bald zu einem Ereigniss von weltgeschichtlicher Bedeutung.

In den *mexicanischen* Staaten kommt eine beträchtliche Menge Goldes im Diluvium vor. Vorzüglich reich sind die Schuttablagerungen im westlichen Theile der Provinz Sonora, woselbst, nach Hardy, zahlreiche Goldwäschen liegen.

Columbia schliesst wiederum viele Goldablagerungen ein. Es finden sich, nach Boussingault, Goldseifen bei *Titiribi*, *Malpaso*, an den Ufern des *Rio-Sucio*, im Schuttlande des Beckens der Vega de Supia, genannt *el Llano*, bei *la Baja* unfern Pamplona, bei *Ojus Anchas*, la *Trinidad* und *Santa Rosa de Osos*. Das Gold von Titiribi liegt in einem sehr eisenschüssigen Thon, der auf Hornblendeschiefer ruht, welcher zum Syenit- und Grünsteingebilde der Provinz Antioquia gehört. Die goldhaltige Lage, selten ein Fuss mächtig, wird von Quarzgeröllen bedeckt, die schwache Verbindung unter einander haben. Das goldführende Diluvium el Llano, im Becken der Vega de Supia, besteht aus Porphyrtrümmern, und ruht auf einem Sandsteine, der unserem bunten Sandsteine sehr ähnlich ist. Das hier vorkommende Gold zieht stark ins Rothe, und heisst desshalb *oro colorado*. Die Hauptmasse der übrigen Goldseifen macht Quarzsand aus.

In der Inselgruppe der Antillen zeichnet sich *Aruba* durch reiche Goldseifen aus. Sie bestehen aus Trümmern und Grus von Syenit, Grünstein und Serpentin, und liefern Geschiebe von beträchtlicher Grösse. Auch *Peru*, *Bolivia*, *Chili*, *Haïti* haben goldführende Diluvialmassen; vor allen aber goldreich ist das Diluvium *Brasiliens*, von welchem wir vornehmlich durch H. v. Eschwege, v. Spix und v. Martius genauere Kunde erhalten haben. Es ist namentlich in der Provinz Minas Geraës verbreitet. Hier trifft man, nördlich vom *Rio Servo*, die ersten Goldwaschereien *(Lavras)*. Das Gold liegt in einem rothen schweren Thon, der auf Glimmerschiefer ruht. Bei *St. Anna de Sapucahy* sind die Goldwäschen bedeutender. Der Lehm wird durch Gräben entblösst, welche dem Regenwasser, das zum Ausschlämmen benutzt wird, den Angriff erleichtern. Weiterhin liegen bei *St. Gonzalo* und zwischen diesem Orte und der *Villa de Campanha* viele Lavras, von welchen diejenigen um den letztgenannten, volkreichen Flecken, mit zu den reichsten gehören, welche gegenwärtig in Brasilien im Betriebe stehen. Hier sieht man neben dem Glanze der grössten Reichthümer auch alle Bilder des menschlichen Elends, der Armuth

und Verworfenheit. Im Flussgebiete des *Rio Grande* liegen auf den beiderseitigen Abhängen der aus quarzigem Glimmer- und Talkschiefer (Itakolumit) bestehenden Gebirge reiche Goldseifen. Besonders ausgezeichnet aber ist das Schuttland um *Villa Rica*, der Hauptstadt des Brasilianischen Minenlandes. Das Gold findet sich dort in Pulver- oder Staubgestalt, in grösseren und kleineren Blättchen, in Krystallen (Oktaedern und Tetraedern), in nachahmenden Gestalten und mitunter in grösseren Geschieben, theils in Flüssen und Bächen, theils in thonigen Schichten, am Fuss oder Abhange, ja selbst auf der Höhe der Berge. Aus dem Schuttlande der Bäche und Flüsse gewinnen die Goldwäscher das edle Metall, indem sie, die ruhigeren Wasserstellen aussuchend, oder an Orten, wo der Fluss Krümmungen macht, und sein Bett tiefe Löcher hat, die grösseren Gerölle und die oberen Sandschichten mit dem Fusse, oder dem eigens angefertigten Waschgefässe, einer hölzernen runden Schüssel, abheben und hierauf von dem tieferen älteren Kiese (Cascalho) eine Schüssel voll herausnehmen und geschickt ausschwemmen. Eine Schücsel voll Cascalho liefert gewöhnlich, in Zeit einer Viertelstunde ausgewaschen, eine Ausbeute von einem bis zwei Vintem (Goldgroschen), und ein Arbeiter kann in einem Tage für mehrere Gulden Gold gewinnen. Bemerkenswerth ist die Beschaffenheit der reichsten Goldmine von Villa Rica, die am Morro de Villa Rica liegt. Sie ist, nach v. Spix und v. Martius, weiter nichts, als eine kahle Felsenschlucht, die, unregelmässig zerrissen und voll von herabgestürzten Felsentrümmern, ein Bild der wildesten Zerstörung darbietet. In mehreren aus der Höhe herabgeführten Wassergräben befinden sich, in gewissen Entfernungen, Siebe und rohe Ochsenhäute angebracht; erstere dienen, um den gröberen Schutt abzuhalten, letztere, um in den aufwärts gerichteten Haaren den Goldstaub aufzufangen. Da und dort liegen einzelne Gruben, in denen sich der goldhaltige Sand oder Schlamm sammelt. Das künstlich herbeigeführte Regenwasser schlemmt das Gold aus dem Schutte aus, und führt es in die Gruben oder zwischen die Haare der Ochsenhäute.

Am häufigsten kommt das Gold in einem Conglomerate vor, das die Eingebornen *Tapanhoacanga* heissen, und welches über einen grossen Theil der Oberfläche des Berges *Morro de Villa Rica* verbreitet ist. Es hat eine Mächtigkeit von drei bis zwan-

zig Fuss, und besteht aus Bruchstücken von Brauneisenstein, Eisenglanz, Magneteisenstein, Glimmerschiefer und Quarz, die durch eine vorherrschend rothe, durch Eisenoxyd gefärbte Thonmasse, oder eine Art von Steinmark verkittet sind. Das Gold kommt in diesem jugendlichen Gesteine entweder in sehr kleinen Körnern und Krystallen, in dem bindemittelreicheren Lager, im Thon oder Steinmark, oder als Ueberzug auf Brauneisenstein, zuweilen auch in kleinen Blättchen in diesem eingewachsen vor. Dieses eigenthümliche goldführende Diluvialgebilde ist nicht nur in Minas Geraës häufig, sondern findet sich auch in mehreren Gegenden der Capitanien von St. Paul, Goyaz und Bahia. Unter dem Tapanhoacanga liegt in Minas gewöhnlich Eisenschiefer, der gleichfalls goldhaltig ist, und namentlich auf kleinen Quarzgängen Gold führt. Unter dem Eisenschiefer liegt goldfreier Chlorit- und Talkschiefer, oder quarziger körniger Glimmerschiefer (Gelenkquarz).

Nach H. A. v. Humboldt beträgt die Masse Gold, welche seit der Entdeckung von America bis zum Ausbruche der mexicanischen Revolution nach Europa gekommen ist (1493 bis 1809) in 318 Jahren 2,381,600 Kilogr., das vorzüglich aus goldführenden Diluvialmassen gewonnen worden ist. Während derselben Zeit war die Goldproduction von Brasilien ebenfalls sehr gross. Man schlägt sie mit einiger Wahrscheinlichkeit auf 6,300,000 Mark an. Die reichste Goldausbeute machte Brasilien von 1752 bis 1761, wo sie jährlich, nach der Angabe des H. v. Eschwege, über 48,000 Mark betrug. Von den ehemaligen spanischen Colonien zeichnete sich besonders das Vicekönigreich Neugranada, der westliche Theil des jetzigen Freistaates *Columbia,* durch Goldreichthum aus. Er lieferte zur Zeit, als H. v. Humboldt jene Gegend verliess, allein jährlich 20,500 Mark Gold.

Im Jahr 1804 gab das spanische America allein 10,400 Kilogr. Gold, nämlich:

	Kil.
Neugranada	4700
Chili	2800
Mexico	1600
Peru	780
Buenos Ayres . .	500
	10,380

Das *Platin* hat man bis jetzt fast nur im Schuttlande gefunden, und nur als Seltenheiten gelten seine in neuester Zeit im festen Gebirge beobachteten Vorkommnisse. Lange Zeit hatte es den Anschein, als wenn dieses Metall ein Eigenthum der neuen Welt wäre. Erst seit einigen Jahren kennt man sein Vorkommen in Europa und Asien, an beiden Abhängen des Urals.

Die ältesten *Platinseifen* sind die von *Choco* und *Barbacoas* in Columbia, unter 3° N. Br., an der Westseite der niedrigen, westlichen Andeskette, bei Kali, scharf geschieden durch diese Gebirgskette von den nicht platinführenden Goldseifen an der Ostseite bei Papayan. Das Platin findet sich, in Gesellschaft des Goldes, in einem braunen Sande, der aus Quarzkörnern besteht, zahlreiche Körner von Chromeisen, Titaneisen und Magneteisen enthält, und äusserst kleine hyazinthfarbige Krystalle und Körner, die Wollaston für Hyazinth erklärt hat. Die wichtigsten Platinseifen Columbias sind die von *Condoto*, *Santa Rita* oder *Viroviro* und *Santa Lucia*, sodann die, welche in den Schluchten des *Iro* liegen, zwischen den Dörfern Novita und Taddo.

H. v. Humboldt hat ein Platingeschiebe aus America mitgebracht, und in der Berliner Sammlung niedergelegt, das 1088 Gran wiegt, und im Jahr 1800 in den Seifenwerken von Taddo gefunden worden war. Die Madrider Sammlung bewahrt ein Stück von 11,641 Gran (700.6 Grammes), welches im Jahr 1814 in den Seifen von Condoto gefunden wurde.

Im Jahr 1809 entdeckte der französische Wundarzt Dubizi Platin im goldführenden Sande des Flusses Jacky, auf St. Domingo. In allen americanischen Platinseifen bemerkt man viele Trümmer von Syenit und Grünstein. H. Boussingault hat 1826 auf einem goldführenden Brauneisensteingange zu Santa Rosa de los Osos im Gebirge von Antioquia, der im Syenit aufsetzt, Platin in derselben Gestalt von rundlichen Blättchen gefunden, die bei dem Platin der Seifenwerke von Choco die gewöhnliche ist *). Wir werden wohl das stark verwitternde Grünstein- und Syenitgebirge Columbias für die ursprüngliche Lagerstätte des Goldes und des Platins halten dürfen.

In Brasilien findet sich Platin in den Goldseifen der Provinz

*) Ann. de Chimie t. XXXII. p. 204.

Matto Grosso, und um Villa Rica in Minas Geraës, besonders am Rio Abaëte. Sein Vorkommen ist indessen von keinem Belange.

Im Jahr 1822 endlich entdeckte man das Platin in den Waschwerken am Ural, und zwar zuerst in den Werchisetskischen, Newjänskischen und Birimbajewskirschen Goldwaschen, auf der Ostseite des Gebirges. Zwei Jahre nachher wurden die reichen Platinseifen am *Blagodat* *) entdeckt, und noch etwas später fand man das Platin auch in den reichen Wäschen von *Nischne-Tagilsk*. Nördlich von der goldreichen Umgebung von Catharinenburg nimmt der Goldgehalt im Allgemeinen ab; unter dem 59° und 60° N. Br. sind aber in neuester Zeit wieder reiche Goldseifen aufgefunden worden. Im mittleren und südlichen Theile des Urals liegen die wichtigsten Platinseifen, und zwar sämmtlich auf der Westseite. Südlich von Catharinenburg ist das Platin nur in der Goldwäsche von Kyschtym gefunden worden. In den nördlichsten Platinseifen kommt dagegen kein Gold vor.

Wie in America, so bestehen, nach v. Engelhardt und G. Rose, auch am Ural die platinführenden Geröll- und Grandlager vorzüglich aus Trümmern von Grünstein, Serpentin und Chloritschiefer, und liegen entweder im Gebiete einer ausgedehnten Grünstein- und Serpentinformation, oder, wie schon die sehr grossen Geschiebe jener Gesteine lehren, in der Nähe einer solchen Formation. Ruhen die Platinseifen auf anderen Gebirgsarten, so sind die Bruchstüche von diesen doch nur untergeordnet, und nehmen keinen wesentlichen Antheil an der Zusammensetzung derselben. So liegen die Platinseifen auf der Westseite des Urals, im Thale des Bächleins Suchoi-Wissi, 52 Werst südlich von Nischne-Tagilsk, auf Chlorit- und Talkschiefer, und werden von Grünstein-, Syenit- und Serpentingeröllen bedeckt. Das Platin findet sich, nach G. Rose, von wenig Gold begleitet, in Gesellschaft einer grossen Menge von *Chromeisenerz*, wobei die fast völlige *Abwesenheit* des *Quarzes* und des *Magneteisens* auffallend ist.

Dies zeigt deutlich an, dass das ursprüngliche Vorkommen des Platins nicht dem Chlorit- und Talkschiefer angehört, worin

*) Ein einzeln stehender, durch zwei Vertiefungen gleichsam in drei Berge getheilter Bergrücken, reich an Magneteisen, unfern Nischne-Tagilsk.

das Gold des Urals liegt, sondern dass es in der Uralschen Serpentin- und Grünsteinformation zerstreut ist. Man hat 1834 in den westlichen Platinseifen auch wirklich ein Serpentingeschiebe gefunden, das Chromeisenerz mit eingesprengtem Platin enthält und sein ursprüngliches Vorkommen ausser allen Zweifel setzt *).

Unterhalb Nischne-Turinsk liegen Platinseifen auf Encrinitenkalkstein. Sie bestehen vorzüglich aus Bruchstücken von Grünsteinporphyr, kleinen Bergkrystallfragmenten und Körnern von Jaspis und Brauneisenstein. Der Kalkstein nimmt an ihrer Zusammensetzung durchaus keinen wesentlichen Antheil. Was noch weiter für das ursprüngliche Vorkommen des ural'schen Platins im Grünstein und Serpentin spricht, ist die von H. v. Engelhardt weiter beobachtete Thatsache, dass bei dem Dorfe *Laja*, zwischen Nischne-Turinsk und Nischne-Tagilsk, Platinkörner einschliessende Grünsteinporphyre anstehen. Der Gries, in welchen dieser Porphyr bei der Verwitterung zerfällt, stimmt vollkommen mit der Beschaffenheit des Schuttlandes überein, welches das Platin des Melnizathales bei Nischne-Tura einschliesst.

Nach den Untersuchungen des H. Breithaupt enthält der Platinsand von Nischne-Tagilsk ausser Platin noch Gold, Osmium-Iridium und Magneteisen. Der Hauptfundort des Osmium-Iridiums ist, nach A. v. Humboldt, bei Bilembayewski und Kichtem. Bemerkenswerth ist auch das in den Ural'schen Platinseifen beobachtete Vorkommen einer Verbindung von Platin und Eisen, die nicht nur vom Magnete angezogen wird, sondern sogar selbst Polarität besitzt, von Flitterchen gediegenen Eisens und Körnern von Gediegen-Blei. Im Aeusseren stimmt das Ural'sche Platin ziemlich mit dem Columbischen überein. Die Zusammensetzung ist indessen etwas verschieden. Berzelius fand im Platinerze von Nischne-Tagilsk 78,94, in dem vom Blagodat 86,50, und in dem von Barbacoas in Columbia 84,30 Procent Platin. Es ist bemerkenswerth, dass das Platin vom Blagodat, das in dem Seifenwerke Zarewo-Alexandrowsk gefunden wird, nur in kleinen Schüppchen vorkommt, kein Iridium, und von allen bekannten Platinsorten am meisten reines Platin enthält.

*) G. Rose, Reise nach dem Ural, Bd. I. 225 ff.

Die Hoffnungen, welche gleich bei der ersten Entdeckung des Platins am Ural laut ausgesprochen wurden, sind durch den Erfolg der Nachforschungen nach diesem, für die Wissenschaft wie für die Technik gleich wichtigen Metalle, in hohem Grade übertroffen worden. Schon im Jahr 1824 fand man in den Goroblagodatskischen Werken Platingeschiebe von 10 bis 18 Solotnik. Im Jahr 1827 betrug die Ausbeute bereits 25 Pud (zu 40 Pfund russisch), 30 Pfund. Im Jahr 1828 wurden aber 6570 Mark (94 Pud) Platin gewonnen. Seit dieser Zeit werden jährlich immer 80 bis über 100 Pud Platin gewonnen. Es wurden Geschiebe von mehreren Pfunden gefunden, selbst eines von 10 Pfund. Die Platinseifen von Nischne-Tagilsk sind so reich, dass 100 Pud Sand 30 bis 50 Solotnik Platin geben. Gegen Ende 1843 hat man in einem Platinseifenwerk bei Nischne-Tagilsk eine Platinastufe von 23 Pfund 48 Solotn. gefunden *).

Zinnseifen, welche theils Körner von späthigem Zinnstein, theils stumpfeckige oder rundliche Stücke von kornischem

*) Durch die mit einem Male aufgeschlossenen Schätze des Urals ist Russland unerwartet schnell in die Reihe der Länder eingetreten, deren jährliche Productionen einen wesentlichen Einfluss auf das Kapital ausüben, das sich im Weltverkehr befindet. Der ungemeine Coldreichthum des Urals und des Altai hat indessen, nach H. v. Humboldt, das umlaufende Goldquantum nicht wesentlich verändert, sondern vielmehr auf eine merkwürdige Weise dazu beigetragen, das mit unglaublicher Schnelligkeit in der neuesten Zeit fortgeschrittene Sinken der Goldproduction von Brasilien weniger fühlbar zu machen. Zur Zeit der höchsten Blüthe, 1752 bis 1761, lieferte Brasilien jährlich gegen 12000 Kilogr. Goldes, wozu die Capitania Minas Geraës allein zwischen 6000 und 8600 Kilogr. lieferte. Dieses Quantum war im Decennium 1785 bis 1794 in Minas bereits bis auf 3285 Kilogr. jährliche mittlere Gewinnung herabgesunken, und in den Jahren 1818 bis 1820 betrug der Quinto der Begierung dort nicht mehr, als 6 Arobas (87.9 Kilogr.) jährlich, mithin die ganze Gewinnung 437 Kilogr. jährlich; im Jahr 1821 aber zog man, trotz aller Vorsicht, nicht mehr als 333 Kilogr. aus den dortigen Goldwäschen. Sind einmal die Goldwaschwerke des Urals erschöpft, so verbleibt Russland doch eine grosse Goldausbeute aus dem Goldsande Siberiens. Die hier entdeckten Goldseifen haben eine ausserordentliche Verbreitung vom Ural bis zum Ochotskischen Meere. Hier liegt zwischen dem 50. und 60. Breitegrade eine goldführende Zone, die um die Hälfte breiter ist, als die grösste Breite Africas!

G. Rose, Reise nach dem Ural, Bd. II. S. 434 ff.

A. v. Humboldt, Asie centrale, t. I. p. 542, und

Mémoire sur la cause des fluctuations dans le commerce des métaux.

Zinnerz führen, finden sich im Diluvial-Schuttlande mehrerer Länder. Die wichtigsten besitzen Cornwall und Sachsen. In Cornwall liegen die Seifen, *Stream works* genannt, weil man zu ihrer Bearbeitung fliessendes Wasser benützt, durchaus in der Nachbarschaft der Zinngänge, in kleineren und grösseren Thälern, oder an den Abhängen der sanft verflächten Hügel. Die wichtigsten, reichsten befinden sich in den Umgebungen von *St. Just* und *St. Austle*, und unter denen des letztern Ortes zeichnen sich insbesondere die von Pentowan aus. Sie liegen im Grunde eines in Grauwacke eingeschnittenen Thales, und haben im Ganzen eine geringe Mächtigkeit. Ueber ihnen liegt ein zinnleeres Diluvium von 20 bis 70 Fuss Mächtigkeit, das aus verschiedenen Lagen von Sand, Lehm und Torf besteht, von welchen einige Meermuscheln und Säugethierreste, Hirschgeweihe und Ochsenhörner einschliessen. Der zinnführende Sand bildet beständig die unterste Lage und ist somit der älteste Theil dieses Diluviums. Der Umstand, dass das Zinn nur in dieser einzigen untersten Lage vorkommt, beweiset, dass dieselbe auf einmal gebildet worden seie. Quarz, Chlorit und die übrigen Substanzen, welche auf den Zinngängen als Gangmasse einbrechen, erscheinen als Begleiter des Zinnerzes. Von anderen Erzen kommt jedoch in den Zinnseifen einzig der Rotheisenstein vor. Ohne Zweifel wurden auch die übrigen Erze, welche den Zinnstein auf Gängen begleiten, mit in das Seifenwerk geführt. Leichter zerstörbar aber, als das der Verwitterung trotzende Zinnerz und der harte Rotheisenstein, wurden diese ohne Zweifel unter dem Einfluss der Atmosphäre bald zersetzt, und die Producte ihrer Zersetzung durch die Wasser hinweggeführt.

In Sachsen kommen die Zinnseifen gleichfalls in der Nähe der Zinngänge vor. Sie liegen aber hier vorzüglich in den Thälern des Granitgebirges, wie in der Gegend von Altenberg, Ehrenfriedersdorf u. s. w. Auch in Mexico, Chili, Ostindien, Borneo schliesst das Diluvium reiche Zinnseifen ein.

Quecksilberseifen. Nach den Untersuchungen von H. v. Eschwege liegt zu beiden Seiten des Tajo bei Lissabon eine Ablagerung von Thon, Sand, Geröllen und Muschelschalen, die sich bis 150 Fuss über das Meer erhebt und eine Mächtigkeit von mehreren hundert Fussen hat. Sie ist goldhaltig, und es werden mehrere Goldwäschen darin betrieben. In

diesen Lagen kommt auch *metallisches Quecksilber* in kleinen Kügelchen vor, und wird fein vertheilt in diesem Gebilde bis zur Höhe der daraus bestehenden Hügel gefunden. Unterhalb des Wasserspiegels, in 15 bis 20 Fuss Tiefe, findet es sich reichlicher, so dass mitunter 1 Kubikfuss Sand 1 Loth Quecksilber enthält. Dieses Quecksilber-Vorkommen, an und für sich merkwürdig, ist um so auffallender, als man weiss, dass im Quellenbezirk des Tajo weder in Spanien noch in Portugal eine Quecksilber-Lagerstätte bekannt ist. (Hartmann's Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1843. S. 647.)

Demantseifen liegen im Schuttlande Ostindiens, Brasiliens und Sibiriens. Die indische Halbinsel war schon vor Altem als die Heimath des Demants bekannt, und galt als solche bis in's erste Decennium des verflossenen Jahrhunderts, in welchem auch in Brasilien Demante entdeckt wurden.

Nach Voyseys *) Beobachtungen finden sich die Demanten in *Ostindien* in einem kieseligen Conglomerate oder einer Breccie, am Fusse der beträchtlichen Gebirgskette *Nalla Malla* (blaue Berge), zwischen dem 77° und 80° östlicher Länge. Die Flüsse Kistna und Pennar durchschneiden die Kette und führen die Trümmer der Breccie in die Ebenen längs dem Fusse des Gebirges, woselbst an den Ufern dieser Flüsse, zumal in aufsteigender Richtung, die Demantseifen liegen, welche die grössten Demante der Welt geliefert haben. Hier liegen die berühmten Seifen von *Golcondah*, deren gegen zwanzig sind, und unter welchen sich jene von *Gani-Parteala*, drei Meilen vom linken Ufer der Kistna, befinden. Das die Demante einschliessende, oftmals ganz lockere Conglomerat enthält Bruchstücke verschiedener Quarzabänderungen, als Bruchstücke von Chalcedon, Jaspis, Hornstein, gemeinem Quarz und besitzt ein thoniges Bindemittel. Jährliche Flussschwellen führen die Demante mit hinab im Bette der Flüsse und zerstreuen sie dahin und dorthin. Man findet sie daher, selbst in den reichsten Seifen, immer nur einzeln.

In *Brasilien* hat man, in der angegebenen Zeit, zuerst in den Goldwäschen nördlich von Villa do Principe Demante gefunden. Sie wurden anfänglich ganz verkannt und als Spielmarken gebraucht, an deren Glanz man sich ergötzte. Es

*) Ueber die Diamantgebirge im südlichen Indien; Asiat. Res. XV.

kostete Mühe, die Einwohner zu überzeugen oder zu bereden, dass diese glänzenden Steine, die sie häufig wegwarfen, Eins seien, mit den unter die Kostbarkeiten gerechneten indischen Demanten.

Die meisten Demantseifen Brasiliens befinden sich in der Umgegend von St. Antonio do Tejuco, welches, vierzig Legoas von Villa Rica entfernt, der Hauptort des Demantendistricts ist, in der herrlichsten Campos-Gegend liegt, und mit dem Schmucke der schönsten Flora ausgestattet ist. Das herrschende Gestein um Tejuco und im ganzen Demantendistrict ist Itakolumit, talkführender oder chloritischer Quarzschiefer, wie um Villa Rica, der in Talk-, Chlorit-, Thon- und Eisenschiefer (Itabirit) übergeht und die Unterlage des demantführenden Schuttlandes bildet. Das Gerölle der Wäschen, Cascalho genannt, besteht aus Trümmern von abgerundetem Quarz und Itakolumit, aus Stücken von Thonschiefer, Jaspis und Brauneisenstein, aus Körnern von Quarz, Chrysoberyll, weissem und blauem Topas, Spinell und Korund. Im District Serro do Frio kommt darin auch Chalcedon, Talkschiefer und Oktaëdrit vor. Mit der Frequenz der Gerölle von Brauneisenstein nimmt auch die Frequenz der Demante zu, die man schon öfters in Brauneisenstein eingewachsen gefunden hat. Sie sind immer von Gold und Platin begleitet.

Die brasilianischen Demantseifen liegen meist unmittelbar im Bette der Flüsse und Bäche. Die meiste Ausbeute haben von jeher die beiden Hauptflüsse des Demantendistricts, der *Rio Jequentinhonha* und der *Rio Pardo*, gegeben. In ersterem, der unter der Benennung Rio Belmonte, oberhalb Porto Seguro, in der Provinz gleichen Namens, mit mehreren Mündungen in das Meer fällt, hat man eine unermessliche Menge von Demanten, und zwar grösstentheils von heller Färbung und sehr reinem Wasser, gefunden. Der Rio Pardo hat erst in den letzteren Jahren eine sehr reiche Ausbeute geliefert, besonders an schwarzen und grünen Steinen. Neben diesen beiden grössten Flüssen führen alle übrigen Bäche des Districts mehr oder weniger reichlich Demante, und insbesondere die älteren, jetzt oft auf beträchtliche Tiefe mit Schutt überdeckten Betten. In der neuesten Zeit hat man in dem quarzigen Glimmerschiefer der Serra Grammagoa, 11 Meilen nördlich von Tejuco, Demantkrystalle fest zwischen die Quarzkörner des

Gesteins (Itacolumit) eingewachsen gefunden, und damit Kenntniss ihres ursprünglichen Vorkommens erhalten. Ausserhalb des Demantendistricts finden sich in der Provinz Minas Geraës, in dem Schuttlande auf dem Rücken der Serra de St. Antonio, und in vielen Nebenflüssen des Rio St. Francisco, Demante.

Das von v. Eschwege in Brasilien beobachtete Verhältniss, dass mit der Anzahl der Trümmer von Brauneisenstein in den Seifen auch die Frequenz der Demante zunimmt, lässt auf eine geognostische Verwandtschaft zwischen diesen Mineralien schliessen. Die richtige Erwägung dieses Verhältnisses hatte schon 1826 H. v. Engelhardt bewogen, zu erklären, dass die Gegend von *Nischne-Tura* am *Ural*, wo der Gold- und Platinsand Brauneisenstein enthält, vorzugsweise zu erfolgreichen Nachsuchungen nach Demanten geeignet seie. H. A. v. Humboldt hatte schon in seinem geognostischen Werke über die Lagerung der Gebirgsmassen in beiden Hemisphären (Essai géognostique sur le gisement des roches, Paris 1823, p. 92) auf die merkwürdige Analogie des gemeinschaftlichen Vorkommens von Mineralien aufmerksam gemacht, die in den verschiedensten Erdstrichen gleichartig das Gerölle von Gold- und Platinsand charakterisiren, so dass in Brasilien z. B. zu Corrego das Lagens Gold, Platin, Palladium und Demanten, bei Tejuco Gold und Demanten, am Rio Abaëte Platin und Demanten vorkommen. Diese Ideen der Association von Mineralien hat auch in ihm, wie er es in den „Fragmens asiatiques" erwähnt, die lebhafteste Hoffnung zur Auffindung von Demanten im Ural erregt. Während seiner Reise nach dem Ural wurde in Folge dessen auf jedem Gold-Seifenwerke die besondere Aufmerksamkeit auf das Vorkommen von Demanten gerichtet, und seine Begleiter waren allerorten damit auf's eifrigste beschäftigt. Auf der Ostseite des Urals konnte indessen der Fund nicht gemacht werden. Es wurden aber wirklich, im Südwesten von Nischne-Tura, bei Bissersk, auf der *Westseite* des Gebirges, in einem Seitenbache der Koiva, die durch die Tschiussovaja ihre Wasser der Kama zuführt, durch den Grafen Polier, einer der russischen Begleiter des H. v. Humboldt, auf seinen Goldwäschen am 5. Juli 1830 Demanten gefunden. Dieser Seitenbach *Poludenka*, mit der Nebenschlucht *Adolphskoi*, lieferten die ersten europäischen Demante. Das Schuttland besteht im Poludenka- und Adolphs-

koi-Thal aus Geschieben von Quarz — häufig wasserheller Bergkrystall — Itakolumit, Brauneisenstein, Talkschiefer, Dolomit und Chalcedon, mit Krystallen von Oktaëdrit, Goldkörnern und einzelnen Körnern von Platin. Das herrschende Gestein in jener Gegend ist Itakolumit, oder quarziger Talk- oder Chloritschiefer mit untergeordneten Lagern von Rotheisenstein, Talkschiefer, Kalkstein und schwarzem Dolomit. Im Jahr 1831 wurden auch auf den Seifenwerken des H. Medscher, 14 Werst östlich von Catharinenburg, 2 Demante gefunden, also in grosser Entfernung von dem im nördlichen Ural gelegenen Adolphskoi. Im Ganzen ist eine grosse Aehnlichkeit zwischen dem Vorkommen der Demante am Ural und den Demantseifen Brasiliens nicht zu verkennen.

Das Demant-Schuttland der genannten Thäler liegt auf dem ausgehenden und in der Nähe des schwarzen, Bergkrystalle führenden *Dolomits*, der auch im Grunde der Schlucht ansteht. Es ist wahrscheinlich, dass die Demante hier ihre ursprüngliche Geburtsstätte haben. Der Carbongehalt des Dolomits, die in ihm eingeschlossenen, die Demante begleitenden Bergkrystalle und Oktaëdrite, so wie seine Nähe, sprechen dieser Ansicht sehr das Wort.

Ausser dem Demante kommt auch der grösste Theil der übrigen Edelsteine im Diluvial-Schuttlande auf Seifen vor, die man *Edelsteinseifen* nennen kann. Brasilien, Peru und Ostindien sind durch solche Vorkommnisse besonders ausgezeichnet.

In Europa zeichnet sich Böhmen durch seine *Granatenlager* aus, die Reuss beschrieben hat. Das interessanteste derselben liegt südlich von *Meronitz*, in einer von den Edranik- und den Koseler-Bergen eingeschlossenen, gegen Liebshausen hinab geöffneten Mulde, in deren Mitte sich der Stiefelberg erhebt, ein niedriger, länglicher Hügel. An seinem nordwestlichen Fusse befinden sich die gegenwärtig im Betriebe stehenden Gruben, deren Bauten bis zu einer Tiefe von 25 Klaftern niedergehen. Die umliegenden Berge bestehen alle aus *Basalt*, der Glimmer, Hornblende, Augit, Olivin, Arragon und Kalkspath führt. Das Lager selbst besteht im Allgemeinen aus drei verschiedenen Schichten, die aber ungleich vertheilt und nicht durchgehends scharf von einander geschieden sind. Die oberste, beständigste Schicht bildet gelber *Letten* und grauer *Thon*, der sich auch über die Grenzen des Granatenlagers ausdehnt und

überhängt, als Decke des ganzen Thalgehänges bis gegen Liebshausen hin auftritt. Im Letten liegen viele Stücke eines eisenschüssigen Sandsteins. Diese Lage wechselt in der Mächtigkeit von 1 $^{1}/_{2}$ bis zu mehreren Ellen.

Darauf folgt eine Schicht, die aus unförmlichen, grossen, getheilten Massen eines *dolomitischen Kalksteins* besteht, welche durch grauen Thon verbunden sind. Bald mehr thonig oder eisenhaltig, öfters ganz locker, wechselt das Gestein mannigfaltig im Ansehen. Man sieht selten darin Splitter von Pyrop und Hyacinth; in der lose körnigen Abänderung Spuren von Bivalven. Nach der Tiefe wird das Gestein thoniger und geht in einen *Kalkmergel* über.

Unter diesem und davon nicht geschieden liegt die *granatführende* Schicht, mit N.O.-S.W. Streichen und einem Einfallen von fast 30° h. 10 gegen S.O. und gegen den Stiefelberg. Die Mächtigkeit ist noch unbekannt, da die 25 Klafter tiefen Schächte dieselbe nicht durchsunken haben. Man hat beim Niedertreiben des Wasserschachts 2 granatführende Schichten, durch Letten und Mergel von einander getrennt, gefunden.

Das den Pyrop umschliessende Gestein besteht aus einem Conglomerat von Mergelstücken, die durch ein thonig-kalkiges Bindemittel verkittet sind. Die Stücke wechseln in der Grösse von der eines Hanfkorns bis zum Durchmesser einer Elle und darüber. Neben dem Granat sind in dieses Trümmergestein noch viele andere Mineralsubstanzen eingeschlossen, von welchen Stücke von *Serpentin* das mehrste geognostische Interesse haben, die in allen Abstufungen der Verwitterung vorkommen und sehr oft schöne, ja mitunter die allerschönsten Pyrope enthalten. Dies, in Verbindung mit der bekannten Thatsache, dass die Pyrope auf ursprünglicher Lagerstätte nur im Serpentin gefunden werden, macht ihre Abstammung aus einer zerstörten Serpentinbildung höchst wahrscheinlich. Ausserdem liegen in dem Conglomerate eingeschlossen Mergelstücke mit vielen inneliegenden Pyropen, Talk, Speckstein, Glimmer, Feldspath mit Quarz und Glimmer verwachsen, Porcellanerde, Gneis, dodekaëdrischer Granat, Syenit, Kalkspath, Gyps, milchweisser Quarz, Chalcedon, Hyalith, Halbopal, prismatischer Eisenkies, Brauneisenstein, Turmalin, Zirkon, Holzstein. In diesem durch die Mannigfaltigkeit der darin liegenden Mineralien ausgezeichneten Trümmergestein sind zahlreiche dunkelrothe Pyrope in

grösseren und kleineren Körnern eingeschlossen. Ihre Oberfläche ist uneben, nicht abgeschliffen und ohne alle Spur von Krystallflächen; viele derselben scheinen zerbrochen zu sein und zeigen scharfe Ecken und muscheligen Bruch. Viele Körner haben einen kalkigen Ueberzug. Auch liegt eine lichtrothe Abänderung von concentrisch-schaliger Zusammensetzung in kleinen, scharfkantigen Scherben, deren mehrere durch ein weisses Kalkcement zusammengekittet sind, in der Trümmermasse. Die dunkelrothen Pyropkörner sind auch oft, wie mit Thon, so auch mit Gyps, Schwefelkies und Halbopal verwachsen. Das ganze Gestein, in welchem auch Conchylienversteinerungen liegen, die aus dem nahen Plänerkalk abstammen, ist feucht und so weich, dass es sich leicht zerreiben und behufs der Pyropgewinnung verwaschen lässt.

Es ist möglich, dass dieses seltsame Conglomerat aus Trümmern der theils anstehenden Sedimentbildung, theils aus Stücken der tiefer liegenden krystallinischen und plutonischen Gesteine entstanden ist, welche die *Basaltberge*, die zahlreich ringsum emporgestiegen sind, durchbrochen und zerrissen haben. Hitze und Dämpfe können die Ursache der mannigfaltigen Veränderung sein, welche die feldspathigen Stücke, die Serpentine, Gneise, Syenite u. s. w. zeigen. Dass die Verkittung der Trümmer unter Einfluss von Wasser erfolgte, welches in dieser Mulde stand, unterliegt keinem Zweifel.

Von der beschriebenen Lagerstätte ist diejenige bei *Trziblitz* und *Podsedlitz* ganz verschieden. Während im Meronitzer Lager die Basaltstücke fehlen und die Serpentinstücke vorwalten, besteht das Trziblitzer Lager aus regellos gehäuften Basaltstücken, ohne alle Einmengung von Serpentin. Die Basaltgeschiebe sind von Sand umgeben, wechseln in der Grösse von einer Linie bis zu einer Elle Durchmesser, sind oft verwittert, enthalten Olivin, Glimmer, Pyrop, Hornblende, öfters mehrere dieser zugleich. Weiter sind eingemengt Geschiebe von Gneis, Plänerkalk, Sandstein, Thoneisenstein, Quarz Hornblende. Ein thoniger Lehm umgibt die Trümmer. Im begleitenden Sande liegen kleine Körner und Krystalle von Hyacinth, Zirkon, Spinell, Saphir, Chrysolith, Cyanit, Turmalin, Augit, Titaneisen, Quarz, Schwerspath, Arragon, Brauneisenstein, Schwefelkies und auch viele Conchylien-Versteinerungen. Die Mächtigkeit des Lagers beträgt über drei Klafter. Es hat eine

grosse Ausdehnung von einigen Stunden im Umkreis, liegt am südlichen Fusse des höheren Mittelgebirges, zwischen dessen isolirten Kegeln und Rücken muldenförmige Vertiefungen des unterliegenden Kreidegebildes ausfüllend, das theils am Fusse der Basaltberge hervortritt, theils sich inmitten des Lagers emporhebt und dasselbe in drei Parthieen theilt.

Das dritte Pyroplager befindet sich in der nördlichen Hälfte des Bunzlauer Kreises im Gebiet der Grünsandbildung. Die Pyrope kommen nach Moteglek's Angabe in den Feldern und am Bache bei Rovensko und in der Umgegend von Gitschin vor, in Begleitung von Quarzkrystallen, Spinell- und Titaneisenkörnern, Splittern von Jaspis, Achat, Chalcedon u. s. w., die aus den nahen quarzführenden Porphyren abzustammen scheinen. In dieser Lagerstätte hat man einzelne Pyrope in Würfelform, aber mit gekrümmten Flächen, gefunden.

Leopold v. Buch hat die Versteinerungen des Trziblitzer Granatenlagers, die am besten erhalten und darin am zahlreichsten sind, genau untersucht. Es wurden gefunden:

Terebratula gracilis (am häufigsten).
Millepora globularis Phillips.
Nucula semilunaris n. sp.
Arca } Steinkerne.
Pectunculus } Steinkerne.
Rostellaria Parkinsoni Mant.
Solarium 10-costatum n. sp.
Cerithium reticulatum Sow.
" carinatum n. sp.
Mitra, der M. leucozona Pusch ganz ähnlich.
Ventriculite sradiatus Mant.
Ceriopora dichotoma Goldf.
Turbinolia.
Cayophyllia centralis Mant.
Baculites anceps.
Amonites Rhotomagensis.
Cidaris papillata Phill.
Astarte, der A. complanata Roem. sehr ähnlich.
Venus.
Terebratula pisum } mit erhaltener Schale.
" octoplicata } mit erhaltener Schale.

Alle diese Versteinerungen stammen aus dem Pläner ab. Ihre Schale ist meistens in Schwefelkies und dieser später wieder in Brauneisenstein umgewandelt und so ihre Form bewahrt worden. (Reuss, über das Vorkommen des Pyrops in Böhmen in Karstens Archiv 1838 Bd. 11. 298 ff. und Leop. v. Buch über die Muscheln im Granatenlager von Trziblitz, ebendaselbst S. 315 ff.)

Freiliegende zerstreute Felsblöcke und Geschiebe-Ablagerungen.

Syn. Blocs erratiques.

In allen Ländern der Erde, mit Ausnahme der Gegenden zwischen den Wendekreisen, finden sich freiliegende Felsblöcke in Ebenen, Thälern und selbst auf Berghöhen, bald in Gruppen zusammen gehäuft, bald einzeln zerstreut umherliegend. Sie bestehen aus Gesteinen, welche von denen der benachbarten Hügel und Berge ganz verschieden sind, nicht als Trümmer dieser gelten können, sondern als wahre *Fremdlinge* erscheinen. Zu allen Zeiten haben diese Massen die Aufmerksamkeit erregt. Die ersten Bewohner der Länder schon haben sie zu Mauern und Festungswerken benutzt, unsere Altvordern sie zum Bau von Schlössern und Burgen gebraucht, viele mit eigenen Namen belegt, und jetzt noch werden sie gerne zu Fundamenten, zu rohem Gemäuer, und in ebenen Gegenden selbst zu gewöhnlichen Gebäuden und zum Strassenbau verwendet. Lange schon galten diese Felsblöcke, ihrer Grösse wegen, als merkwürdige Erscheinungen. Die meisten von ihnen haben zehn bis mehrere hundert, viele mehrere tausend, ja einige fünfzig- bis hunderttausend Cubikfuss Körperinhalt. Die kleineren Blöcke gewöhnlich abgerundet, die grösseren mehrentheils eckig und manchmal scharfkantig, liegen diese *Findlinge*, wie sie der Süddeutsche und Schweizer heisst, in der Regel ganz auf der Oberfläche und in allen Höhen, bis nahe an 4200′ über dem Meere, ohne allen Unterschied der Grösse. Zuweilen sind sie von Sand und Lehm umhüllt, in Kiesmassen eingeschlossen, und stellenweise wie durch Riesenkräfte in den auffallendsten Stellungen über einander aufgethürmt.

Durch das Vorkommen dieser Blöcke besonders ausgezeichnet, sind in Europa der südliche und nördliche Fuss und die Umgebungen der Alpen, der Süden Scandinaviens und die

grosse Ebene, welche von den Dünen an der Nordsee bis zum Fusse des Urals, durch Holland, Niederdeutschland, Polen, Lithauen und Russland hinzieht.

Die Findlinge am *Fusse der Alpen* sind durchaus *Alpengeschiebe.* Sie sind auf der Nordseite allgemein in dem grossen Hauptthale zwischen den Alpen und dem Jura verbreitet, vom Genfersee an, bis über den Bodensee hinaus, und finden sich in den unteren Theilen aller Alpenthäler, die in das grosse Hauptthal ausmünden. Sie liegen auch an dem den Alpen zugekehrten Abhang des Jura, häufig bis zu grossen Höhen, in mehreren Jurathälern und selbst noch auf der von den Alpen abgewandten Seite dieses Gebirges. Die Blöcke selbst sind bezirksweise von sehr verschiedener mineralogischer Beschaffenheit. So sind die Felsblöcke, welche im Wasserbecken der Rhone und des Genfer-Sees liegen, ganz verschieden von denen, die man im Wasserbecken des Rheins und des Bodensees findet. Jene unterscheiden sich wieder eben so bestimmt von den Findlingen des Aarbeckens, als diese von den Felsblöcken des Zürcher-Sees und Limmatthales; und eben so deutlich sind diese wieder von der grossen Ablagerung der Reussthäler zu unterscheiden. Nur selten liegen Findlinge aus verschiedenen Becken unter einander, und auch nur in den flacheren Theilen des grossen schweizerischen Hauptthales. *Alle diese Blöcke, von jedem der genannten Wasserbecken, stimmen mit den Gesteinen überein, welche an den Seiten und im Hindergrund derjenigen Hochgebirgsthäler anstehen, die mit diesen grösseren Wasserbecken in unmittelbarer Verbindung sind.* Die Findlinge im Becken des *Rheins* und des Bodensees stimmen mit den Gesteinen von Bündten, des obern Rheinthals und des Appenzeller Alpenstocks überein, die im Becken der *Limmat* und des Zürcher-Sees mit den Gebirgsarten des Glarner Landes. Die Ablagerung im Becken der *Reuss* besteht aus den Gesteinen, welche um die Quellen der Reuss anstehen. Die Blöcke im *Aarbecken* stimmen mit den Gesteinen des Berner Hochgebirges überein, und die Findlinge des Beckens der *Rhone* und des Genfer-Sees mit den Gebirgslagern im Wallis.

Innerhalb der einzelnen Wasserbecken sind die Blöcke auf eine eigene Weise abgelagert. In den Alpenthälern selbst erscheinen sie in langen Zügen gereiht in verschiedener Höhe an den Thalwänden und bilden, wo sie auf Terrassen sich er-

halten konnten, zusammenhängende Parallel-Linien, welche sich an den beiderseitigen Thalwänden symmetrisch hinziehen. Ausserhalb der grossen Alpenthäler sieht man sie in den Thälern des Molasse-Gebietes und in der Schweizer-Ebene zwischen den Alpen und dem Jura, über dem älteren Schuttland, theils von Sand und Kies begleitet, in langgezogenen Hügeln und wallartigen Anhäufungen von 20 bis 100 Fuss Höhe ohne Schichtung am Fusse der Molasseberge, in der Thalebene und oftmals quer durch dieselbe gelagert, theils in einzelnen zerstreuten Blöcken lose umherliegend, theils stellenweise zu Gruppen vereiniget. So liegen die Blöcke bis zu den Ufern der Seen herab, während sie in den Thälern bis zu Höhen von 2500 Fuss über die Thalsohle ansteigen. *) Sie umgeben auch die Seen und sind wieder *jenseits* derselben verbreitet.

Sie liegen weiter am Jura, vorzüglich an seinem den Alpen zugekehrten Südabhange in Bezirke oder Zonen abgetheilt, welche den Terrassen des Bodens in den Gegenden des Jura entsprechen. **) Man unterscheidet vier solcher Stufen am Südabhang. Die erste zieht sich längs des Bieler- und Neuenburger-Sees hin und gehört der Molasse an; hierher sind zu zählen die Plateaus von Bevaix, Grandson, Neuveville u. e. a. Die zweite Stufe, ein scharf gezeichneter Höhenzug, wird durch die Rücken des Neocomien mit den blauen Mergeln in den Längsthälchen dahinter gebildet. Die dritte Stufe ist durch die Züge des Portlandkalks und Mergels bezeichnet und die vierte durch den Corallenkalk, der die höchsten Kämme und die steilsten Abhänge des Gebirges bildet.

Auf allen diesen Stufen liegen Findlingsblöcke. Diejenigen, welche man in den grössten Höhen sieht, umgeben die höchsten Kuppen in Kränzen, wie die aufgepflanzten Blöcke öfters erscheinen, und erreichen eine Höhe bis zu 3300 Fuss. Die Abhänge der steilen Rücken und Kuppen zwischen 2400—3000 Fuss tragen gewöhnlich keine Blöcke, ohne Zweifel, weil sie bei der starken Neigung nicht liegen bleiben konnten. Auf den verschiedenen Terrassen aber, welche das Portland-Gebilde zusammensetzt, liegen sie in allen Höhen zwischen 1900

*) v. Charpentier, Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhone, p. 270.

**) Agassiz, Untersuchungen über die Gletscher, S. 252.

bis 2400 Fuss sehr zahlreich, so vom Schloss von Neuveville an bis zur Schlucht der Orbe. Der berühmte Block Pierre-à-Bot von 40,000 Kubikfuss Masse, liegt über Neuchatel in einer Höhe von 2177 Fuss. Selbst auf dem Nordabhang des Chaumont liegt bei 2772 Fuss ein grosser Block und auf dem Nordabhang des Boudry-Berges ein ähnlicher bei 2592 Fuss, auf dem des Chasseral bei 2200 Fuss Höhe. Auf der Stufe und an den Abhängen des Neocomien sind die Blöcke in 1600—1800 Fuss Höhe ebenso häufig. *) Woher die Findlingsblöcke des Jura abstammen, haben die Untersuchungen von L. v. Buch und Escher von der Linth nachegwiesen. Die Blöcke auf dem Waadtländischen und Neuenburger Jura stammen aus den Walliser Alpen und der Montblanc-Kette ab; auf dem Bernischen Jura liegen die Blöcke die durch das Aar-Thal herab aus dem Berner Oberland gekommen sind; auf dem Aargauer Jura und dem Züricherischen Molassegebiet liegen die Blöcke der Gesteine des Gebirges der kleinern Cantone.

Eine besondere Aufmerksamkeit erregen die Findlinge durch ihre Gestalt, ihre Grösse und ihre oft so höchst auffallende Gruppirung. Was ihre Gestalt betrifft, so überraschen sie uns oft an weit von den Alpen abliegenden Orten durch die Aehnlichkeit mit den Blöcken, die man im Innern dieses Gebirges auf den Höhen sich täglich von den Kämmen und Spitzen ablösen sieht. Wie diese, nach den Schichtungsflächen, nach den Richtungen der Structur oder durchsetzender Spalten abgelöst, eckig und mit scharfen Kanten versehen sind, eben so zeigen sich die grossen Findlinge mit scharfen Kanten und Ecken, mit rauher Oberfläche. Abgerundet sind im allgemeinen die kleinen Blöcke. In der Grösse stehen sie den Blöcken nicht nach, die in den Alpthälern liegen, ja viele sind von einer Grösse, wie man sie im Innern des Gebirges seltener antrifft; es zeigen sich aber auch alle Abstufungen des Volums bis herab zur Körner-Grösse.

Bei *Devens* unfern *Bex* liegt auf einem kleinen Gypsberge ein Kalksteinblock der aus dem Thal von Avençon abstammt, als einer der grössten gelten kann, die man bis jetzt aufgefunden hat und mit dem Namen *Bloc-monstre* bezeichnet

*) Agassiz, Untersuchungen über die Gletscher, S. 253.

worden ist. Seine Länge beträgt 54 Fuss, seine Breite 49, seine Höhe 61 und sein cubischer Inhatt somit 161,000 Fuss. Der Granitblock *Pierre-du-Tresor*, der auf dem Kalkberg Plan-y-Beuf bei Orsières im Val Entremont im Unterwallis liegt, hat einen Inhalt von mehr als 100,000 Kubikfuss.

Einer der grössten Findlinge, die man ausserhalb des Gebirges an der Nordseite der Alpen antrifft, ist der Granitblock, der im Gebiete der Molasse, in dem grossen Schweitzerischen Hauptthale, im *Steinhof*, in der Nähe von *Seeberg* bei Bern liegt. Jede Seite misst, nach H. Studer, bei 15 Meter, die Höhe bei 12 Meter. Sein Inhalt beträgt demnach über 60,000 Kubikfuss, sein Gewicht über 10 Millionen Pfund. Grosse Blöcke desselben Gesteins liegen ganz in der Nähe, und sind als Begleiter der Hauptmasse zu betrachten.

Der Findling Pierre-à-Bot (s. oben S. 752), auf dem Jura bei Neuchatel, stammt aus der Gegend von Martigny ab.

Hinsichtlich der Gruppirung der Findlinge verdient besonders das Beisammenliegen vieler Blöcke von derselben Gesteinsart eine genaue Beachtung. Sie erscheinen, auf diese Weise abgelagert, bald über einen kleinen Raum ausgestreut, bald in Zonen, Wällen oder kleinen Hügeln vereiniget. Eine höchst interessante Stelle ist in dieser Beziehung am Abfall eines Kalkberges bei *Monthey* in Unterwallis. Hier liegt eine Zone von Cranitblöcken des Ferret-Thales, die eine Breite von 300 bis 800 Fuss hat und sich auf $^5/_4$ Meilen fortzieht. Unter diesen Blöcken haben mehrere einen Inhalt von 60,000 Kubikfuss, eine grosse Zahl ist nicht viel kleiner und gar viele messen 8—10,000 Kubikfuss. Sie zeichnen sich insgesammt durch frisches Ansehen, scharfe Ecken und Kanten aus. Der grosse Block *Pierre-du-Tresor* gehört einer ähnlichen Ansammlung gleichartiger Findlinge an, die in grosser Zahl auf dem Berge Plan-y-Beuf unfern Orsières beisammen liegen. Sie stammen sämmtlich aus dem Gebirgstheil zwischen Chamounix und dem Ferret-Thal ab, bestehen aus porphyrartigem Granit und liegen 2733 Fuss über der Sohle des Ferret-Thales. An malerischer Gruppirung übertreffen aber die Blöcke von Monthey alle anderen bekannten Findlings-Ablagerungen in solchem Grade, dass man sie als das Interessanteste und Schönste bezeichnen muss, was in dieser Art gesehen werden kann. Namentlich überraschen einzelne Gruppen durch die auffallende

Art wie sie über einander aufgesetzt sind, wovon der *Pierre-à-Dzo* ein Beispiel gibt (s. Taf. IX. Fig. 1). Der grosse Block dieses Namens hat eine unregelmässige, polyedrische Gestalt, ruht auf einem anderen kleineren, wird aber in seiner geneigten Stellung nur durch einen Dritten noch kleineren erhalten, der ihn stützt.

In den westlichen Alpen ist das Findlings-Gebiet des *Rhonethals* und des anliegenden Beckens des Leman-Sees, das ausgedehnteste. Die Blöcke aus dem oberen Wallis liegen durch die Ebene fort bis zum Jura, bis zu den Höhen des Waadtländischen und Neuenburger Theils dieses Gebirges und zeigen sich, wie oben schon bemerkt wurde, selbst noch auf nördlichen Abfällen dieses Gebirges. Die Menge der Blöcke, welche aus dem Rhone-Thal herausgekommen ist, steht im Verhältniss mit der Grösse und Verzweigung dieses ungewöhnlich grossen Thales, in welches sich 32 Seitenthäler ausmünden.

In den östlichen Alpen ist das Findlingsgebiet des *Rheins* durch eine grosse Ausdehnung ausgezeichnet. Die Gesteine Graubündtens, von den Quellen des Rheins an bis herab zu den letzten Bergen des grossen Thales am Südende des Bodensees, so wie die Gesteine des Appenzeller Alpenstocks, sind in zahllosen Blöcken durch einen grossen Theil von Oberschwaben und Allgau, in den Umgebungen des Bodensees, und nordwärts bis an den Fuss des Jura bei Aach, Engen und Hilzingen verbreitet. An der Waldburg bei Wolfegg in Oberschwaben, einem isolirten kegelförmigen Molasse-Berg liegen, wie in den Umgebungen von Salem unfern Ueberlingen, im Deggenhauser Thal, hinauf bis zu der Bergkuppe bei Ilmensee unfern Pfullendorf, „das Höchste" genannt, Gneisblöcke des hinteren Rheinthals; bei Ilmensee bis zur Höhe von 2400 Fuss, volle 1200 Fuss über dem Spiegel des Bodensees. Am Südabfall des Schiener-Berges liegen 500 Fuss über dem See, Blöcke von Rofflen-Gneis; bei Bankolzen am östlichen Fusse des Schienerberges Blöcke des körnigen Kalksteins von Reichenau hinter Chur. An vielen Stellen findet man in diesem Gebiete die Serpentine von Molins, die Gabbro-Arten von Marmerera, die Hornblendeschiefer aus Davos, die Syenite vom Julier, den schwarzen Schiefer aus dem Tamina-Thal, die rothen Sandsteine und Kiesel-Conglomerate des vorderen Rheinthals u. s. w.

Auch im Rhein- und Bodensee-Gebiete ist die Anzahl zerstreuter Blöcke, die auf den hier allverbreiteten alpinischen Diluvialmassen ruhen, sehr gross und steht im Verhältniss zur Ausdehnung des Rheinthals, in das sich 18 Seitenthäler und unter diesen einige sehr grosse ausmünden. Die bedeutende Höhe (Ilmensee) bis zu welcher man in diesem Gebiete die Findlinge getragen sieht, überrascht weniger, als das beinahe bis zu gleicher Höhe (Pfullendorf 1000 Fuss über dem Seespiegel) abgelagerte mächtige alpinische Diluvium, aus Kies- und Geröllmassen bestehend, in denen man alle die oben genannten Alpengesteine findet.

Auf der Südwestseite der Alpen findet man Findlingsblöcke auf dem Plateau von Croix-Rousse bei Lyon und im Bas-Dauphiné. Blöcke die aus den Lyoner-Bergen abstammen, vom Pilat und aus den Umgebungen des Beaujolais, liegen im Gier- und Azergue-Thal zerstreut. Im Isere-Thal liegen Blöcke der Gesteine von der Südwestseite des Mont-Blanc.

Auf der Südseite der Alpen finden wir die losen Felsblöcke, in Italien *Trovanti* genannt, auf den Kalkbergen um Como, und südlicher auf den lombardischen Hügeln. Die flache, kalkige Bergreihe, am Fusse des Monte Generoso bei Capo di Lago, ist dicht mit ungeheuren Gneisblöcken bedeckt, und ähnliche finden sich am steilen Abhange des Monte Salvadore bei Lugano. Auf dem Kalkberg von Val Madera über Lecco liegt ein Granitblock von 30.000 Kubikfuss Inhalt, 1200 Fuss über dem Spiegel des Comersee's erhaben. Auch die Hügel von Brienza sind mit Geschieben übersäet, und auf den dolomitischen Bergen, am See von Iseo, liegen die Granite von den Gletschern des Tonal.

Die Blöcke liegen noch weiter durch die Niederungen Oberitaliens zerstreut bis hinab zum Gebiet von Toscana.

Seit Saussure in seinen Alpenreisen (t. I. Kap. 6) das Vorkommen der Findlingsblöcke im Gebiet der Alpen und des Jura geschildert, war die Frage: „Wie sind diese Blöcke von den Alpen in die Ebene und auf den Jura gekommen, und welche Kraft hat sie durch die Thäler heraus bis auf die Höhen dieses Gebirges geführt?" ein Gegenstand der lebhaftesten Discussionen unter den Naturforschern und noch heute ist sie eine Streitfrage unter den Geologen. Zuerst hat L. v. Buch

das Grossartige in dieser Erscheinung, die Wichtigkeit des *„erratischen Phänomens“* hervorgehoben, die Verbreitung der Blöcke nachgewiesen und auf die Analogie dieses alpinischen Verhältnisses mit ähnlichen Erscheinungen im Norden aufmerksam gemacht (LEONHARD's Taschenbuch der Mineralogie 1818). Von da an datirt sich die genaue und sorgfältige *Untersuchung* dieser merkwürdigen geologischen Erscheinung.

Die grosse Aehnlichkeit und sogar Uebereinstimmung, welche DE SAUSSURE und spätere Beobachter, zwischen den Verhältnissen der Findlingsblöcke und der Verbreitung von Blöcken und Geschieben durch Flüsse und strömende Gewässer, wahrgenommen haben wollten, führte zunächst zur Annahme von *Fluthen*, als Transportmittel der Findlinge. DE SAUSSURE nahm an, dass die Spalte, durch welche die Rhone bei dem Fort L'Ecluse jetzt abfliesst, einst geschlossen und die Schweitzerebene damals von einem grossen See eingenommen gewesen sei, dessen Wasser bei seinem Durchbruch die Alpenblöcke mit sich fortgerissen und auf den Abhang des Jura getragen hätten. Die Annahme einer solchen *einzigen* Fluth, an und für sich eine unbegründete Hypothese, erklärt die Verbreitung der Blöcke *in Zonen* nicht und ihr widerspricht auch die Verschiedenheit der Blöcke in der westlichen und in der östlichen Schweitz.

Auf die Ablagerungsweise der Blöcke in Zonen und auf viele andere Thatsachen gestützt, nahm L. v. BUCH *) an, dass eine ungeheuere Fluth von der Mitte der Alpen her ausgebrochen sei, welche die Trümmer der Alpengipfel weit über entgegenstehende Berge und über entlegene Flächen verbreitet habe. Aber auch diese, sehr schön und folgerichtig entwickelte Theroie, erklärt weitaus nicht alle Verhältnisse der Findlingsblöcke. Wenn wir auch ganz davon absehen wollen, dass der ursprüngliche Sitz so ungeheurer Wassermassen, sowie ihre Entstehungsweise, also die Abkunft des angenommenen Transportmittels, unbekannt bleiben; so vermögen wir doch nicht einzusehen, wie die Blöcke, durch solche Fluthen, die aus den Thälern heraus stürzten, innerhalb der Thäler selbst in parallele Linien längs der Gehänge hätten abgelagert werden können, wo sie auf Terrassen in verschiedenen Höhen liegen, die sich an den gegenüberstehenden Thalwänden immer ent-

*) Taschenbuch der Mineralogie. 1818.

sprechen. Man begreift nicht, wie die Fluthen die ausserordentliche Menge der Blöcke durch die See'n hindurch führen konnten, ohne deren Becken aufzufüllen und wie sie nach Zurücklegung dieses Wasserweges, bis auf die Höhen des Jura, bis zur Spitze des Chasseron (4200 Fuss über dem Meere) getragen werden konnten. Es liegen aber nicht allein an den Südabhängen des Jura und in den gegen die Alpen geöffneten Thälern, sondern auch in Binnenthälern Findlingsblöcke, die sich nicht unmittelbar in die Schweitzerebene ausmünden. Um diese Blöcke in die inneren Thäler zu führen, muss man annehmen, die Fluth habe sie über die Kämme des Gebirges geschleudert.*) Andererseits liegen in dem Vallorbe-Thälchen, das der Mündung des grossen Rhonethals, aus welcher die Walliserfluth hervorgebrochen sein musste, gerade gegenüber liegt, gar keine Blöcke, und doch hätte diese Fluth dasselbe damit ganz erfüllen müssen.**) Konnte eine Fluth, die tobend ein grosses Thal von manigfaltigen Gebirgslagern durchströmte, an einer einzelnen Stelle eine Anhäufung lauter gleichartiger Blöcke hinterlassen und sie in die überraschenden Stellungen bringen, wie man sie bei Monthey und anderwärts auf einander gesetzt sieht? Dürfen wir endlich annehmen, dass Blöcke von 40 bis 60,000 Kubikfuss, Steinlasten von so ausserordentlicher Grösse, durch Wasser- oder Schlammströme auf ihre gegenwärtige Lagerstätte gelangt sind?

Schon Playfair wies im J. 1815 (Works I. pag. XXIX.) auf die *Gletscher* als Ursache des Transports der Findlingsblöcke hin ***) und auch *Göthes* Geist wurde durch die eigene Beobachtung des Vorkommens der Findlinge, zu gleicher Ansicht

*) Agassiz, Bulletin de la société géologique de France T. VII. p. 80.

**) de Charpentier, Essai sur les glaciers p. 224.

***) An dieser merkwürdigen Stelle sagt er wörtlich: „That a glacier which fills up valleys in its course, and which conveys the rocks on its surface free from attrition, is the only agent we non see capable of transporting them to such a distance, without destroying that sharpness of the angles so distinctive of these masses. That moutains formerly existed of magnitude sufficient to give origine to such extensives glaciers is countenanced by other phenomena observed in the Alps, and does not imply any alteration in the surface so great as the supposition of a continued declivity between the two extreme points, which is after all, insufficient to remove the objection arising from the sharp angles of these rocks."

geführt. *) Nach derselben trat in der Diluvialzeit eine *Kälteperiode* ein, während welcher Schnee und Gletscher die Höhen und Thäler der Alpen einnahmen, ausserordentliche Ausdehnung und Mächtigkeit erlangten, durch die Thäler heraus in die Schweitzer-Ebene traten, in derselben sich zu einer einzigen ungeheuern Eismasse vereinigten, die sich selbst über die Ebene hinaus, in anliegende Gegenden ausdehnte. Die mächtige Eismasse des grössten der Alpenthäler, des Rhonethals, erreichte selbst den Jura, dehnte sich längs seiner Gehänge aus und stieg bis zu grossen Höhen hinan. Der Wiedereintritt eines *milderen Klimas* bewirkte das allmählige Schmelzen dieser Eismassen und die Gletscher traten nach und nach in ihre heutigen Stellungen zurück. Blöcke aber und Gebirgstrümmer, die sie wie die jetzigen Gletscher transportirten, hinterblieben auf dem fremden Boden als das wunderbare erratische Gebilde, als ein Monument der riesigen Grösse und Ausdehnung einstiger Gletscherwirkung.

Die Annahme einer *Kälteperiode* während der Bildung der Diluvialmassen, die auf das warme Klima der Tertiaerzeit folgte, gehört jetzt nicht mehr in das Gebiet der Hypothesen. Es ist factisch bewiesen, dass in der Diluvialepoche, zur Zeit der letzten grossen nordeuropäischen Senkung, das *Weisse Meer* mit der *Ostsee* zusammenhing und dass ein *kalter Strom* aus dem *Polarmeere* sein Wasser in den ehemaligen Nordsee-Busen (zwischen England und dem Continent) geführt hat (S. 537 ff.). Die Schalthierreste, welche in Sandschichten an der *Dwina* in Russland (S. 538), bei *Kured* in Schweden auf festen Felsen eines Gneisabhanges (S. 508 und 509), die vulkanischen Schlacken, die man bei *Hammerfest* hoch über dem jetzigen Meeresspiegel beobachtet hat (S. 509): beweisen den früheren Einfluss des Polarmeeres. Die Beschaffenheit der *Flora* der Cimbrischen Halbinsel während der Diluvialzeit (S. 538) ist

*) Wilhelm Meisters Wanderjahre, 2tes Buch, Kap. 10, in der Ausgabe von 1829, Bd. 22. „Zuletzt wollten zwei oder drei stille Gäste sogar einen Zeitraum grimmiger Kälte zu Hülfe rufen und aus den höchsten Gebirgszügen, auf weit in's Land hingesenkten Gletschern, gleichsam Rutschwege für schwere Ursteinmassen bereitet, und diese auf glatter Bahn, fern und ferner hinausgeschoben, im Geiste sehen. Sie sollten sich, bei eintretender Epoche des Aufthauens, niedersenken und für ewig in fremdem Boden liegen bleiben."

eine unverkennbare Anzeige einer Periode eines einstigen *viel kälteren* Klima's, in welcher die Gletscher nicht nur in viel grösserer Verbreitung vorkommen (S. 637), sondern auch in ungeheurer Ausdehnung und Mächtigkeit vorhanden sein mussten. Alte Morainen, Findlingsblöcke u. s. w. (S. 636), zeigen dies an. Wenn wir heute noch Gletscher kennen, deren Eismasse bis 800 Fuss und darüber mächtig ist (S. 582), so kann es uns nicht widerstreben, die Gletscher während des kälteren Klima's doppelt und dreifach so mächtig anzunehmen. Wo in Diluvialschichten Thiere der arctischen Fauna liegen und zwar unter Verhältnissen, die anzeigen, dass sie einst an denselben Stellen gelebt haben, an welchen man sie begraben findet; da war auch ein arctisches Klima (vgl. S. 513) und wenn in demselben auf Island heute die Eismassen seiner Gletscher eine Fläche von nahezu Tausend deutschen Meilen bedecken, so können während der Kälteperiode die Gletscher der Alpenthäler sich gar wohl bis zum Jura erstreckt haben.

v. Charpentier hatte schon 1815 von einem Gemsenjäger des Bagnes-Thales die Ansicht gehört, wornach der Transport der Findlingsblöcke den einstigen Gletschern zugeschrieben wird, und vernahm sie nachher auch wiederholt aus dem Munde verschiedener Alpenbewohner. *) Sie schien ihm jedoch so aussergewöhnlich und extravagant, dass er sie nicht weiter berücksichtigte. Als ihm aber im Frühjahr 1829 der Ingenieur Venetz mittheilte, wie ihn seine Beobachtungen zu der Ansicht geführt hätten, es seie einstens das ganze Rhonethal vergletschert gewesen, seine Eismassen hätten sich bis an den Jura erstreckt und die Findlingsblöcke transportirt: da wandte sich v. Charpentier zur sorgfältigsten Prüfung der ihm widerstrebenden Ansicht, in der Voraussicht, er werde seinen Freund widerlegen können. Er gelangte aber dabei zu dem gleichen Resultat und machte die Theorie von Venetz öffentlich bekannt in der *Notice sur la cause probable du Transport des Blocs erratiques de la suisse*, die im achten Bande der Annales des Mines 1835 erschien. Dadurch wurde Agassiz zu gleichen Untersuchungen angeregt, deren Resultat in den *Untersuchungen über die Gletscher* mitgetheilt ist. Er kann sich aber mit Venetz nicht ganz vereinigen und lässt die Blöcke über eine Alles überdeckende

*) Essai sur les glaciers p. 241 ff.

Eiskruste von den Alpen an den Jura gleiten. „Zu Ende der geologischen Epoche, welche der Erhebung der Alpen vorherging, bedeckte sich die Erde mit einer ungeheueren *Eiskruste*, welche von den Polargegenden her über den grössten Theil der nördlichen Halbkugel sich erstreckte. Die skandinavische und grossbritanische Halbinsel, die Nord- und Ostsee, das nördliche Deutschland, die Schweitz, das Mittelmeer bis zum Atlas, das nördliche Amerika und asiatische Russland waren ein ungeheueres Eisfeld, aus welchem nur die höchsten Spitzen der damals bestehenden Berge (die Centralalpen waren noch nicht) auftauchten und dessen Grenzen uns noch heute überall durch die Grenzen der erratischen Blöcke bezeichnet sind. Bei der Erhebung der Alpen wurde auch diese Eiskruste, wie alle anderen Gesteinsschichten, gehoben; die Trümmer, welche bei dieser Umwälzung von den erhobenen Gebirgen sich losrissen, fielen auf das Eis und wurden nachher auf seiner Oberfläche fortbewegt, wie noch heute die Blöcke der Morainen auf der Eisfläche der Gletscher, durch das wechselnde Aufthauen und Gefrieren und die daraus hervorgehende Dilatation der Masse ohne sich abzurunden, fortbewegt werden."

„Durch die beständige Bewegung dieser Masse, welche wie unsere heutigen Gletscher, die Richtung der grössten Neigung haben musste, wurden alle beweglichen Gebilde unter ihr zerrieben und zermalmt bis zu einem feinen Sande; die festeren Felsen wurden polirt und die feinen Streifen in ihre glatte Oberfläche durch die härteren Körner des Sandes eingeritzt, welche sich unter dem Druck eines so ungeheueren Gewichtes befand. Zugleich wurden durch Wasserfälle und Strömungen unter dem Eis die Karrenfelder und die übrigen Rinnen auf dem Felsenboden bedingt."

„Als nun die Alpen gehoben worden waren, erwärmte sich die Erdoberfläche von Neuem; beim Schmelzen des Eises entstanden da grosse Vertiefungen, wo die Kruste am dünnsten war; Erosionsthäler wurden da in den Boden eingegraben, wo am Grunde der Spalten die Ströme schmelzenden Eises zwischen ihren gefrorenen Wänden dahin flossen, und als das Eis weggeschmolzen war, blieben die grossen eckigen Blöcke an Ort und Stelle auf der Geröll- und Sandschicht, über welche früher die Eisdecke sich hinbewegt hatte, zurück."

Diese Erklärungsweise des erratischen Phänomens, die zu-

erst von Schimper vorgeschlagen und in seiner gedruckten Ode: „*Die Eiszeit*" 15. Februar 1837 auseinander gesetzt ist, hat Agassiz erstmals 24. Juli desselben Jahres in seinem Discours prononcé à l'ouverture des seances de la société helvetique des sciences naturelles à Neuchatel ausgesprochen.*) Sie gibt keinen Grund des Kälte-Eintritts an, der *vor* der letzten Erhebung der (östlichen) Alpen stattgefunden haben soll; sie nimmt ungeheuere *horizontale* Eisflächen an, auf denen sich aber die Blöcke nicht fortbewegen konnten, weil die Eismasse selbst keine Bewegung hatte. Ihr *Herabgleiten* auf den Eismassen, die von der Höhe der Alpen bis herab zum Jura gelegen sein sollen, ist ebenfalls höchst unwahrscheinlich, da die *Neigung* einer Eisdecke die von der mittleren Höhe der Alpen, von 11.000 Fuss sich bis auf den Chasseron am Jura erstreckt, an welchem in 4250 Fuss Meereshöhe noch Findlingsblöcke liegen, nicht mehr als 1°, 8′ 50″ beträgt.**) Auf einer also geneigten Eisfläche hat aber noch Niemand Blöcke mit rauher Oberfläche und scharfen Kanten herabgleiten sehen, ja nicht auf Eisflächen sehr stark geneigter Gletscher. Und wenn man einen Stoss annehmen wollte, der sie in Bewegung hätte setzen können, woher soll dieser Impuls gekommen sein? Die Annahme einer allverbreiteten Eiskruste als Transportmittel der Findlingsblöcke, widerstreitet einerseits wohlbekannten Thatsachen und erklärt andererseits sehr viele Verhältnisse der erratischen Bildungen gar nicht und endlich lässt sie die Entstehungsweise der Eiskruste, so wie die Ursache ihres Abschmelzens in Dunkel gehüllt. Durch die Theorie von Venetz und Charpentier aber erhalten die erratischen Erscheinungen eine sehr befriedigende Erklärung. Wir erkennen als Grund der nachgewiesenen *Kälteperiode*, die letzte *nordeuropäische Senkung* und die damit verbundene Einwirkung der *eisigen Gewässer des Polarmeeres*, und *seiner Eismassen* auf die Länder von Europa; wir finden den Wiedereintritt eines *milderen Klimas* in der später eingetretenen Einwirkung des warmen Golfstroms auf die Küsten in der Wiedererhebung von Nordeuropa begründet und haben die Beweise dafür in der Diluvialflora.

*) Actes de la société helvetique des sciences naturelles, 22e session Neuchatel 1837, p. XXIII ff.

**) v. Charpentier essai sur les glaciers p. 237.

Mit wunderbarer Klarheit hat v. Charpentier a. a. O. nachgewiesen, dass alle Verhältnisse der erratischen Gebilde im Gebiet der Alpen und der anliegenden Gegenden sich durch die Annahme einer einst grösseren Ausdehnung der Gletscher einfach und naturgemäss erklären lassen. Es ist von grossem Interesse, die vortrefflich ausgeführte Anwendung der Gletscher-Theorie auf die Verhältnisse der erratischen Bildungen, so viel als möglich nach der eigenen Darstellung des ausgezeichneten Beobachters kennen zu lernen. Wir geben daher das Wesentliche derselben in Kürze.

Die Verbreitung der erratichen Ablagerungen gehört der Diluvialzeit an; nichts steht entgegen, die Periode der grossen Ausdehnung der Gletscher in dieselbe Zeit zu setzen. Wir wissen, dass die Verschlimmerung des Klimas, die Kälteperiode, in dieselbe Zeit fällt und müssen die ausgedehnte Gletscherbildung als eine natürliche und nothwendige Folge davon ansehen. Die Trümmer und Blöcke, welche das erratische Gebilde jedes Alpenthales ausmachen, stellen jederzeit eine vollständige Sammlung aller Gesteine dar, welche in demselben und in seinen Verzweigungen das umgebende Gebirge zusammensetzen. Ganz dasselbe zeigen die Morainen und die Gufferlinien.

Die Gestalt der Gebirgstrümmer hängt vorzugsweise von der Structur ab und von den Klüften, welche dieselben durchsetzen; das sieht man gleichmässig bei den zerstreuten Blöcken, wie bei den Trümmern, welche heute noch die Gletscher transportiren. Ebenso zeigt sich der Grad ihrer Erhaltung unter beiderlei Umständen gleichartig. Wir finden in den Morainen wie in den erratischen Ablagerungen abgerundete und abgeschliffene Steine, die wie Rollsteine der Bäche aussehen; andere dagegen sind wenig abgerieben und wieder andere mit rauher Oberfläche und scharfen Kanten versehen. Die letzteren sind immer Blöcke, welche auf der Oberfläche des Gletschers theils zerstreut, oft als Gletschertische, häufig in den Guffern versammelt liegen und durch die Bewegung des Gletschers oftmals sehr weit auf dem Eise fortgetragen werden, ohne eine Reibung zu erleiden.

Das gibt über die gute Erhaltung vieler Findlingsblöcke Aufschluss, die wir gar häufig weit entfernt von ihrem Abstammungsorte antreffen. Es sind Blöcke, welche auf einem Glet-

scher lagen und während der ganzen Zeit ihrer Wanderung darauf verblieben. Je freier und unberührter von anderen Trümmern sie lagen, desto besser blieben sie bei den weitesten Wanderungen erhalten. In der Mitte des Gletschers können sie am längsten vom Einfluss der Reibung frei bleiben. Diess erklärt uns die Erscheinung, dass immer die grössten Blöcke am vollkommensten erhalten sind. Wenn Trümmer von einer Felsenhöhe sich ablösen und über ein steiles Gehänge herabstürzen, so machen sie Sprünge, die im Verhältniss der Grösse ihrer Masse stehen. Unten angekommen, springen die grössten Blöcke am weitesten fort und wenn sie in ein Gletscherthal fallen, so dringen diese am weitesten von den Seiten her auf dem Eise vor gegen die Mitte und bleiben hier auch am längsten ausser der Sphäre der Reibung, in welche die kleineren, den Seiten immer näher liegenden Trümmer bald gelangen.

In Bezug auf die Grösse der Findlinge kann man annehmen, dass kein Block, sei er auch noch so gross und schwer, der bewegenden Kraft eines Gletschers widerstehen kann. Liegt er einmal auf seiner Oberfläche, so wird er fortgetragen so weit der Gletscher sich fortbewegt. Der Blaustein im Saas-Thal am Monte-Rosa ist ein Serpentinblock von 244,000 Kubikfuss, der vor etwa 100 Jahren von dem jetzigen Schwarzberg- oder Mattmark-Gletscher transportirt worden ist. Die Voreltern von heutigen Saaserfamilien hatten ihn noch auf dem Rücken des Gletschers gesehen. Die grössten Findlingsblöcke stehen dem Blaustein alle weit nach; sie können daher insgesammt durch Gletscher fortgetragen worden sein.

Die Theile der erratischen Ablagerungen zeigen keinerlei Sonderung nach der Grösse der Stücke. Dieselbe charakteristische Untereinandermengung von Stücken aller Grössen zeigt sich bei den Trümmermassen, welche einen Gletscher bedecken; er transportirt Sand und die grössten Blöcke gleichzeitig und gleichweit.

Wie die erratischen Ablagerungen, so erscheinen auch die Trümmerablagerungen der heutigen Gletscher theils *zerstreut* umherliegend, theils *zusammengehäuft*, theils in *Schichten* geordnet. Zerstreut umherliegende Trümmer sieht man im heutigen Gletschergebiet an solchen Orten, die ein Gletscher in Folge des Abschmelzens verlassen hat. Solche Stellen haben vollkommen das Ansehen von vielen Flächen im erratischen Gebiete,

die durch zerstreut umherliegende Blöcke charakterisirt und als ehemaliger Gletscherboden gewöhnlich der Cultur unzugänglich sind. Zusammengehäufte Trümmer, die im erratischen Gebiete in Wällen, Streifen oder kleinen konischen Hügeln auftreten, erscheinen in derselben Weise als Gletscher-Morainen. Bewegt sich der Gletscher über einen ganz wenig geneigten oder ebenen Boden, so bildet er vor sich einen Trümmerwall; ist der Boden stark geneigt, so setzt er sie in Streifen ab. Wenn eine Guffer das Gletscherende erreicht, ehe sie sich auf seiner Oberfläche ausbreiten konnte, so bilden ihre herabfallenden Trümmer einen Hügel oder Höcker vor demselben. Auch der Form der zusammengesetzten Endmoraine, die entsteht, wo ein Gletscher sich wiederholt, aber niemals um die ganze Breite der ersten Endmoraine zurückzieht, begegnet man öfters im erratichen Gebiete.

Die Verhältnisse der Gletscher erklären auch auf befriedigende Weise das Vorkommen der Blöcke an den Gehängen in verschiedenen Höhen und in parallele Linien geordnet, die sich an den beiderseitigen Gehängen genau entsprechen. Die höchste Block-Linie wurde zur Zeit der grössten Ausdehnung und Mächtigkeit der Diluvialgletscher abgesetzt; alle tiefer liegenden sind Absätze aus der Zeit ihrer Abnahme. Diese erfolgte aber nicht ununterbrochen und gleichförmig. Das Abschmelzen des Eises geschah mit Unterbrechungen und nur dadurch konnten sich in verschiedenen Höhen die an beiden Thalseiten einander entsprechenden Blocklinien in gleicher Höhe bilden. Bei stetigem Schmelzen des Eises wären zerstreute Trümmer am ganzen Abhang herab liegen geblieben. Auch die Endmorainen entstehen nur wenn ein Gletscher in seinen Bewegungen Oscillationen macht.

In der Schweitzer-Ebene liegen keine Blockanhäufungen; man sieht hier nur zerstreute Blöcke. Die ausgeführten Nivellements geben den Höhenunterschied zwichen Genf und Solothurn zu 160 Fuss, denjenigen zwischen dem Genfer- und dem Neuchateller-See zu 204 Fuss an und den niedrigsten Punkt der Wasserscheide zwischen der Rhone und der Aar zu 57 Fuss über dem See von Neuchatel. Zwichen den beiden Städten und den benannten See'n liegen, ausser dem Plateau des *Jorat* und einigen Molasse-Bergen, keine beachtenswerthen Erhebungen, so dass man ohne einen grossen Fehler zu

begehen, das zwischenliegende Land als eine ziemlich horizontale Ebene betrachten kann. War nun diese, wie es die Gletschertheorie annimmt, von einem Gletscher bedeckt, so musste dieser bei der Wiederkehr eines wärmeren Klimas auf allen Punkten gleichzeitig unter seinem Einfluss stehen, abschmelzen und *zerstreute* Blöcke hinterlassen, weil in der Ebene keine Oscillationen des Schmelzens stattfinden konnten. Anders war es aber auf der Höhe des Jorat und in der unmittelbaren Nähe der Mündung des Rhonethals. Hier konnte die warme Athmosphäre nicht auf gleiche Weise schmelzend einwirken Die grössere Höhe, die stetige Wiedererzeugung des Eises durch die Seitengletscher, die aus dem Hintergrund der Thalverzweigungen Nahrung erhielten, widerstand dem Einfluss des milderen Klimas länger. Der grosse Gletscher des ausgedehnten Thales schmolz daher nur langsam ab und unter Oscillationen. Es blieben daher auf dem Plateau des Jorat, so wie in den Umgebungen von Lausanne, die der Mündung der Rhone gegenüberliegen, Blockanhäufungen, im Thale selbst aber Seiten- und Endmorainen zurück. Letztere erscheinen zahlreicher und näher hintereinander, je höher man im Thale ansteigt. Das erklärt sich aus dem Ansteigen der Thalsohle, das nicht geradlinig ist, sondern eine Curve bildet, die sich mit der Hälfte der Curve einer Kettenlinie vergleichen lässt.

In den Gletscherseen, S. 596, bilden sich öfters, wenn sie an der Ausmündung eines Seitenthals liegen, geschichtete Ablagerungen von Schutt und Trümmern, deren Material theils von dem Bach des Seitenthals herbeigeführt wird, theils von der Gletscheroberfläche kommt. Nicht selten sieht man hier Lagen von gerundeten gerollten Steinen, im Wechsel mit eckigen Trümmern. Die letzteren sind von Gletschern herabgegleitet. An dieser Abwechslung erkennt man sehr leicht geschichtete Trümmerlagen als solche, die unter Gletschereinfluss abgesetzt worden sind. Solche Ablagerungen findet man im erratischen Gebiete vorzüglich da, wo kleine Seitenthäler sich in ein Hauptthal ausmünden, also unter denselben Verhältnissen, unter denen, wenn das Hauptthal vergletschert ist, Gletscherseen und darin die bezeichneten geschichteten Ablagerungen entstehen.

Die Erscheinungen von an einzelnen Stellen des erratischen Gebietes in grosser Menge aufgehäuften Blöcken von gleicher Art, lässt sich nur durch die Gletschertheorie genügend erklä-

ren. In den Guffern sieht man häufig Ansammlungen gleichartiger Blöcke. Schmilzt der Gletscher unter einer solchen Guffer ab, so hinterbleiben die Blöcke in langgezogenen Haufen von verhältnissmässig geringer Breite (die Gruppe von Monthey [S. 753] hat $^{3}/_{4}$ Meil. Länge und nur 500 bis 800 Fuss Breite), die immer etwas grösser als die ursprüngliche Breite der Guffer sein muss, sobald die Blöcke sich auf einen geneigten Boden absetzen, wie z. B. auf die Seitenwand eines Thales, indem dabei von der Höhe des Gufferhaufens immer viele Blöcke herabgleiten.

Von den bekanntesten Blockhaufen liegen die Granitblöcke des Plan-y-Beuf über dem Ferretthale in Wallis und diejenigen des Steinhof bei Bern, an den Grenzen des Findlingsgebietes und zeigen damit an, dass sie zur Zeit der grössten Ausdehnung der Gletscher abgesetzt worden sind. Die Blockgruppe von Monthey in Unterwallis aber, welche nur 400 Fuss über der Rhone liegt, während in diesem Theil des Thales Findlinge bis zu 2300 Fuss über der Thalsohle abgelagert erscheinen, wurde später abgesetzt, als der Rhonethalgletscher schon um Vieles an Mächtigkeit verloren hatte. Die Kalkblöcke endlich von Devens bei Bex wurden erst abgesetzt, nachdem der Rhonethalgletscher bereits sich bis oberhalb des Avançonthales zurückgezogen hatte; sie sind durch den aus diesem Seitenthal herauskommenden Gletscher abgelagert worden. Sie liegen über den Trümmern, die der Rhonethalgletscher hinterlassen hat.

Die Lage der aufgepflanzten Blöcke, die wir so oft mit Staunen betrachten, diese wunderbar über einander aufgesetzten Steinkolosse können nur durch Gletscher in die überraschenden Stellungen gekommen sein. Wo ein Fels aus dem Gletscher hervorragt, das Eis rings um denselben abschmilzt, fallen Blöcke von der Eisoberfläche in den Raum hinab und bleiben nach dem Abschmelzen des Gletschers in den auffallendsten Stellungen liegen. S. 637 und 638. Wenn das Thalende eines Gletschers nicht sehr steil ist, so dass die daselbst anlangenden Blöcke darüber herabgleiten, ohne aus einander zu brechen, oder sich zu spalten, wie es gewöhnlich der Fall ist, wenn sie über den steilen Rand eines Gletschers herabstürzen; so legen sie sich in den seltsamsten Stellungen neben und auf einander. Davon sieht man fast bei jeder Endmoraine eines grossen Gletschers belehrende Beispiele. Durch eine solche

Gletscherwirkung allein können die so wunderbar aufgesetzten Blöcke, wovon der Pierre à Dzo, Taf. IX. Fig. 1, ein ausgezeichnetes Beispiel gibt, in diese Stellungen gekommen sein. Ihre Ablagerung muss indessen zur Zeit des Rückzugs der Gletscher erfolgt sein. Beim Vorrücken wären sie aus einander geschoben und in ganz andere Lagen gebracht worden.

Was die numerische Verbreitung der Blöcke in den verschiedenen Districten des erratischen Gebietes betrifft, so erscheinen sie in der Schweitzerebene und überhaupt in den Landstrichen zwischen den Alpen und dem Jura, so wie zwischen diesem und den schwäbischen Molassebergen, in viel geringerer Anzahl und einzeln zerstreut, nirgends aber angehäuft. An den Seiten des Jura dagegen und der schwäbischen Molasseberge sieht man die Blöcke nicht nur einzeln zerstreut in grosser Zahl, sondern auch stellenweise in Haufen versammelt. Es ist wohl bekannt, dass die Blockablagerungen, so wie die Schuttmassen, die Gletscher absetzen, vorzugsweise von den Guffern, Gandecken und Endmorainen herrühren. So lange der Gletscher vorrückt oder stationär ist, häufen sich in den Morainen fort und fort Trümmer an. So wie er sich aber zurückzieht, hört die Anhäufung der auf seiner Fläche zerstreuten Trümmer auf. Schmilzt das Eis weg, so hinterbleiben sie zerstreut, wie sie auf dem Eise lagen. Wenn daher ein Gletscher ununterbrochen abschmilzt, wenn ohne alle Oscillationen sein Eis vergeht, so kann er keine Trümmeranhäufungen hinterlassen. Auf seinem Boden werden nur zerstreute Trümmer umherliegen. Es ist nun ausser Zweifel gesetzt, dass nicht nur das ganze grosse Rhonethal mit sämmtlichen Verzweigungen bis auf eine gewisse Höhe vergletschert war, sondern auch die Ebene von der Mündung des Walliser Thales an bis herüber an den Jura, so wie das Land zwischen Genf und Solothurn. Die Eismassen, welche diesen Landestheil bedeckten und am tiefsten lagen, schmolzen beim Wiedereintritt des wärmeren Klimas nicht nur zuerst, sondern auch ununterbrochen. Was mit dem Eis aus dem Thal an Blöcken und Schutt herauskam, blieb wohl auf ihm liegen, konnte aber daselbst keinen weitern Zuwachs erhalten und bei der freien Seitenausdehnung, die der Gletscher in der Ebene hatte, konnten sich die darauf liegenden Trümmer auch auf der Eisfläche verbreiten, aber nicht in Morainen sammeln. Bei seinem Schmelzen blieben sie daher in ihrer zerstreuten Lage

zurück. Mit seinem unteren Ende am Jura ansteigend, hatte er hier eine Endmoraine, die nach seinem Verschwinden in Haufwerken von Blöcken liegen blieb. Es ist daher ganz natürlich, dass man solche nicht in der Schweitzerebene, wohl aber an den Juragehängen sieht und am zahlreichsten auf den Seiten, die der Mündung des Rhonethals gegenüber liegen. Die ebene Gegend zwischen dem Genfersee und St. Maurice zeigt gar keine Blöcke. Sie gehörte ehedem zum Gebiet des Lemansees und ist später aufgefüllt worden, theils durch Fluthablagerungen, theils durch Trümmer des erratischen Gebildes. Darüber haben sich in späterer Zeit Alluvial-Schuttmassen abgelagert, durch welche die älteren erratischen Massen bedeckt wurden. Auf den erhabeneren Punkten dieser Ebene, auf den Hügeln von St. Triphon und Charpigny, so wie auf dem kleinen Berge, genannt le Montet, sieht man sie offen daliegen, und man findet sie auch an den sanften Abhängen der Berge, welche die Ebene begrenzen.

Im Innern des Rhonethals sieht man an den Gehängen, welche den Ausmündungen von Seitenthälern gegenüber liegen, keine Blöcke, die von denselben abstammen. Die Seitengletscher wurden durch den Gletscher des Hauptthals gehindert, durch das Thal bis an die gegenüber liegende Thalwand zu dringen, und konnten also auf diese keine Blöcke absetzen. Man sieht dies Verhältniss bei den gegenwärtigen Gletschern allenthalben, namentlich in den Umgebungen von Zermatt am Monte-Rosa, wo mehrere Seitengletscher beinahe unter einem rechten Winkel mit dem grossen Gornergletscher zusammenstossen.

Die Erscheinung, dass in den Thälern Blöcke bis zu grossen Höhen an den Thalwänden gefunden werden, ist sehr auffallend und kann nur durch die Gletschertheorie eine genügende Erklärung erhalten. Ihre Lage hängt von der verschiedenen Mächtigkeit des früheren Gletschers ab. Sie sind die ehemaligen Seitenmorainen desselben. Zur Zeit seiner grössten Mächtigkeit wurden die höchsten abgesetzt. In Oberwallis liegen die Blöcke zwischen Aernen und Brieg bis zu 2800 Fuss über der Thalsohle. Diese Mächtigkeit musste der Gletscher des Rhonethals hier ehedem gehabt haben. So wie sich bei Brieg das Thal erweitert, so sieht man die obersten Blöcke nur noch 2500 Fuss über der Rhone; hier konnte sich der Gletscher

ausbreiten. Dabei verlor er an Mächtigkeit. Die Thalbreite bleibt bis Martinach herab ziemlich dieselbe und in diesem ganzen 17 Meilen langen Theil des Thales erreichen die Blöcke nirgends mehr eine 2500 Fuss übersteigende Höhe. Sobald sich aber das Thal zwischen Martinach und Saint Maurice abermals zusammenzieht, liegen auch die Blöcke wieder weiter hinauf. Die obersten liegen in diesem Thal-Theil nahe 3000 Fuss über der Rhone. Aber bald unter Saint-Maurice nimmt das Thal eine beträchtliche Breite an und behält sie gleichmässig bis herab zum Genfersee. Hier liegen die obersten Blöcke nur 2300 Fuss über der Rhone, weil der Gletscher bei der grössten Seitenausdehnung die er hier erlangen konnte, die geringste Mächtigkeit haben musste. Das Seebecken setzte seiner Ausdehnung kein Hinderniss entgegen, namentlich gegen Westen. In dieser Richtung konnte die Eismasse sich über die ganze Breite des Beckens ausdehnen und dabei sank seine Mächtigkeit auf das Minimum herab. Bei Thonon liegen die Blöcke am Seeufer. Der Rhone-Mündung gegenüber steht aber das Plateau des Jorat, und hinderte das Vordringen des Gletschers; gegen Osten geschah dasselbe durch die Bergreihe des Verreaux. Hier sieht man die Blöcke auch wieder bis zu Höhen von 2600 Fuss. Hatte der Gletcher einmal das Jorat-Plateau überschritten, so fand er bis zum Jura kein weiteres Hinderniss, an diesem aber ein unüberwindliches. Er erreichte ihn zwischen Vuitteboeuf und Bonvillars unfern Yverdun. An dieser Stelle musste das Eis sich gewaltig aufstauen, da es in der Fortbewegung ganz gehemmt war und hier sehen wir auch seine Endmoraine in einer Höhe von 3000 Fuss über dem Neuchatellersee. Zu beiden Seiten konnte indessen die Ausbreitung des Eises frei geschehen und seine Mächtigkeit war daher an den Seiten weit geringer. Die Endmoraine hinterblieb im Stadium der grössten Entwickelung als die Blockanhäufung zurück, welche wir jetzt, eine gedrückte Curve bildend, am Südabfall des Jura sehen. Sie zeigt zugleich die Grenze der Ausdehnung des erratischen Gebildes des Rhonebeckens an. Die Anhäufung alpinischer Blöcke am Jura, vorzüglich an solchen Stellen, die den Mündungen der Alpenthäler gegenüber liegen, hat seinen natürlichen Grund in der Bewegungsrichtung der Gletscher, die aus den Thälern hervorgetreten sind. Ihr Vorrücken erfolgt immer in der Richtung der Thäler und in dieser sind

sie auch am stärksten mit Trümmern beladen. Die Gufferlinien folgen derselben bis ans Ende der Eismasse und bilden hier den Trümmerwall. Die grösste Blockanhäufung musste daher am Jura da erfolgen, wo der Gletscher mit seiner Richtung aus dem Rhonethal heraus am Abhange dieses Gebirges anlangte. Westlich von da, sieht man unfern Givrins die Blöcke wiederum in einer Höhe von 2300 Fuss, dann aber wieder sich senken bis sie sich in der Ebene mit dem Diluvium und den Findlingsblöcken des Arve-Thals vermengen. Der aus diesem hervorgegangene Gletscher scheint den Walliser an seiner weiteren westlichen Seitenausdehnung gehindert zu haben.

Die Verhältnisse unter denen das erratische Gebilde endiget, in einer wall- oder dammartigen Anhäufung, in zerstreuten Blöcken, oder indem es sich mit dem Diluvium, oder endlich mit den Morainen der heutigen Gletscher vermengt, lassen sich nach der Gletschertheorie sehr gut erklären. Hatte der Gletscherboden keine grosse Neigung, so hinterblieben die Trümmer in Gestalt von Dämmen oder in langgereihten Blocklagen, deren Ausdehnung von der des Gletschers und der Menge seiner fortgetragenen Trümmer abhing. Liegen diese nur in geringer Zahl und zerstreut auf einem Gletscher; hat der Boden auf dem er sich bewegt eine sehr starke Neigung: so können keine Trümmeranhäufungen, sondern nur zerstreute Blöcke hinterbleiben, wie man diese an den Grenzen des erratischen Gebildes häufig sieht.

Auch das Vorkommen vereinzelt in der Schweitzer-Ebene, auf Abhängen, auf Höhen der Hügel und Plateaus liegender Blöcke, kann die Gletschertheorie genügend erklären. Es bedarf keiner Fluthen, keiner wiederholten Strömungen über die Höhen hin, von denen eine zweite den kleinen Grus und den Sand wegführen musste, den die erste sammt den Blöcken abgesetzt hatte.

Im Ueberschwemmungsgebiet eines Gebirgsstroms können sich keine Blöcke anhäufen, keine Morainen bilden. Alle Trümmer werden fortgeführt und als Alluvium an entfernten Stellen abgesetzt; das sieht man in jedem Gletscherthal, sobald die Gewässer auf die Morainen einwirken können. Die Giessbäche, welche vielfältig daraus hervorstürzen, durchbrechen sie und führen grössere und kleinere Theile davon fort. So war es auch in der Diluvialzeit. Es kann daher nicht befremden, dass

man in den Gebieten, welche die gigantischen Wasserströme jener Gletscher durchflossen, keine Blockanhäufungen und keine zerstreuten Trümmer sieht. Bei dem ungeheuren Walliser Gletscher müssen die Ströme seitlich abgeflossen sein, so lange sein Ende auf dem Abfall des Jura lag. Einerseits flossen die Gletscher-Wasser in die Gegend zwischen Genf und Gex, andererseits in jene zwischen Bern und Solothurn ab. In beiden Gegenden sieht man daher keine Blockwälle, keine langgereihten Blocklagen; die vereinzelten wie die gruppirten Blöcke sind hier mit dem Diluvium vermengt.

Wenn man an den Grenzen des Findlingsbezirks Trümmeranhäufungen sieht, worin grosse Blöcke mit Grus und Sand vermengt liegen, so muss man erwägen, dass diese Ablagerungen alte Morainen sind, die aus der Zeit der grössten Ausdehnung und Mächtigkeit der Gletscher abstammen. Beim Transport der Trümmer durch das Eis werden die Stücke nicht nach der Grösse gesondert. Das geschieht beim Transport durch Wasserströme. Hätten diese die Gebirgstrümmer auf den Jura getragen, so sähe man dort nicht die Blöcke an der äussersten Grenze des erratischen Gebietes liegen. Es müssten dabei am entferntesten Orte die feinsten Theile abgesetzt worden sein, ganz nach der Analogie der jetzigen Ströme. Wir sehen heute wie die Wasserströme, sobald sich ihre Geschwindigkeit vermindert, zuerst die grösseren Blöcke und im Weiterlauf immer kleinere und kleinere und zuletzt nur noch die allerkleinsten Theilchen absetzen.

Wenn man vom Jura her die Findlingsblöcke durch die Ebene bis zum Rhonethal verfolgt und durch dieses bis in den Hintergrund der Thäler, wo die heutigen Gletscher liegen, so kann man keinen Unterschied zwischen den Trümmern des erratischen Gebildes und denjenigen finden, welche die gegenwärtigen Gletscher absetzen. Das Gleiche erfährt man beim Verfolgen der Findlinge von den Molassebergen Oberschwabens aus, durch das Rheinthal, bis hinein zu den Rheinwaldgletschern.

Es ist oben S. 757 schon bemerkt worden, dass nach der Theorie des Transports der Blöcke durch Fluthen, die gänzliche Abwesenheit derselben im Grund des Thals von Vallorbe und an den Seiten der umschliessenden Berge nicht erklärt werden kann. Die Gletschertheorie kann diese Erscheinung genügend

erklären. Die schöne und kräftige Orb-Quelle entspringt am Fuss der steilen Felswand am Ausgang des Thales, die hier einen Circus bildet. Die Wassermenge dieser Quelle ist so ausserordentlich, dass sie gleich einige Räder treibt. Sie versiegt niemals und ihr Wasser gefriert nur in den allerstrengsten Wintern. Seinem Einfluss ist die Abwesenheit der Blöcke zuzuschreiben. Indem ihr warmes Wasser fort und fort die Eismassen zum Schmelzen brachte die in das Thal einzudringen drohten, wurden sie auch wirklich abgehalten in den Thalgrund zu gelangen und mithin kamen keine alpinischen Trümmer dahin.

Die vielen und beträchtlichen Blockablagerungen im Val de Travers, müssten nach der Theorie der Wasserfluthen, vermittelst dieser über die Gipfel der Berge getragen, oder geschleudert worden sein, S. 757. Nach der Gletschertheorie ist es sehr leicht zu begreifen, dass sie in diesem Thale bis Couvet und Motiers hinauf abgelagert werden konnten. Die Eismassen des ungeheueren Walliser Gletschers, konnten durch die Thalmündung im Becken des Neuchatellersee's leicht eindringen, bis zu genannten Orten vorrücken und bis dahin Trümmer absetzen. Mehrere innere Thäler des Jura, in denen Findlingsblöcke liegen, haben sie auf dieselbe einfache Weise erhalten.

Als die grössten Findlingsgebiete an der Nordseite der Alpen erscheinen diejenigen der Rhone und des Rheins, deren Thäler auch die beiden grössten Alpenthäler sind, die grössten Wassermassen aus den Alpen abführen und in der Diluvialzeit unstreitig auch die mächtigsten Gletscher hatten. Aus ihren zahlreichen Verzweigungen und von den vielen hohen und zerrissenen Gebirgsgipfeln konnten die Trümmermassen reichlich auf die Eisfläche gelangen und auf dieser in grosser Ausdehnung verbreitet werden. *)

Die charakteristischen Felsschliffe, die man in den Alpen, von der Höhe von etwa 9000 Fuss über dem Meere an abwärts bis in den tiefsten Grund der Thäler hinab, auf der Höhe einzelner Berge in der Schweitzer-Ebene (Spitze des

*) v. Charpentier, Esai sur les glaciers et sur le terrain erratique du Bassin du Rhone p. 249—283, nach dessen vortrefflicher Darstellung dieser Abschnitt mit Festhaltung seiner Ausdrucksweise bearbeitet worden ist.

Nagelfluhberges Pelerin über Vevey; Jorat) und bis an die Höhen des Jura findet, können nur durch die Wirkung des Eises erklärt werden. Fluthen können nicht die grosswelligen Schliffe hervorgebracht haben, vielweniger noch die schmäleren, meist ein bis zwei Zoll breiten Furchen, die der Richtung des Thales ungefähr parallel laufen und auch hinter Vorsprüngen zu sehen sind, wo eine mit Trümmern beladene Wasserfluth nicht hätte reibend einwirken können. Eine solche macht auch nicht die feinen, wie mit dem Grabstichel gezogenen, den Furchen meist parallelen Streifchen und zarten Kritzen. Diese Erscheinungen kann nur die Gletschertheorie erklären so wie das Eigenthümmliche derselben, dass Furchen und Ritzen um so deutlicher hervortreten, je höher man in den Alpenthälern ansteigt und in den Höhen von 8 bis 9000 Fuss sehr ausgeprägt erscheinen, bis wohin man auch die abgeriebenen und abgerundeten Felsen sieht. In diesen Höhen lagen nicht nur allenthalben mächtige Eismassen, sie verblieben hier auch am längsten und die Felsen waren somit hier auch die längste Zeit seiner reibenden Wirkung ausgesetzt.

Senkrecht in horizontale Kalkschichten niedergebohrte Kessel, Cylinder und Spalten, an solchen Orten, wo kein Wasser fliesst oder je von einer Höhe auf die ausgehöhlte Stelle in gewöhnlicher Weise fallen konnte, sind durch die Wirkung von Gletscherwassern entstanden, die sich durch die Eismasse hindurch bis auf den Gletscherboden gestürzt haben. Man sieht heutigen Tages auf vielen Gletschern Bäche, die sich durch Spalten und Löcher des Eises hinab stürzen und bis auf den Felsenboden fallen. Steine, die sie dann und wann mitführen, vermehren die ausreibende Kraft und beschleunigen die Wirkung.

Die *Ursache* einer so weit gehenden und allgemeinen *Vergletscherung* der Gebirge des Nordens von Europa ist jetzt bekannt. Es ist die nachgewiesene Verminderung der Temperatur durch die in Folge einer Senkung eingetretene Communication der Gewässer des Polarmeers mit denen der Ost- und Nordsee, über einen grossen Theil des nördlichen Russlands hinaus, der damals unter den Meeresspiegel getaucht war. Bei dem genügenden Einfluss des *eisigen Polarstroms* hat man sich nach keiner anderen erkältenden Ursache umzusehen. Wenn schon einige kalte, regnerische Jahre, wie die von 1815,

1816 und 1817 waren, die Gipfel des Schwarzwaldes und der Vogesen das ganze Jahr hindurch mit Schnee bedeckt erhielten, wie mussten einige Jahrhunderte jener Kälteperiode wirken, während welcher die mittlere Temperatur jedenfalls viel geringer war, als sie jetzt ist? Aus den Beobachtungen über die tägliche Bewegung der Gletscher in dem Gebirgsstock der Aarhörner, hat AGASSIZ den Schluss gezogen, dass in weniger als 200 Jahren, die ganze jetzige Masse des Aargletschers bis an seinen unteren Rand angekommen und vergangen sein muss, inzwischen aber eine neue andere Gletschermasse aus dem auf den Höhen fallenden Schnee gebildet würde. Der grösste aller Alpengletscher, der *Aletschgletscher*, hat bei gleicher Schnelligkeit der Bewegung, nur zwei bis drei Jahrhunderte zu seiner gänzlichen Erneuerung nöthig. Die gleiche Bewegung für einen Gletscher angenommen, der von den Alpen bis zum Jura vorrückt, einen Weg von 25 Stunden zurücklegt, so braucht dieser zu seinem ganzen Ablaufen 1700 Jahre.*) Alles was in dieser Zeit von Schutt und Blöcken auf die Oberfläche des Gletschers gelangte, wurde von ihm in die Ferne getragen und je nach den Verhältnissen seiner Mächtigkeit, Ausbreitung und Bewegungs-Oscillationen, verschiedentlich, theils zerstreut, theils gehäuft abgesetzt.

Es ist eine bekannte Thatsache**), dass der Rhonegletscher nach den vorausgegangenen kalten und regnerischsn Jahren, in dem einzigen Jahr 1818, in dem sämmtliche Alpengletscher eine ausserordentliche Ausdehnung hatten, um 150 Fuss vorgerückt ist. Erwägen wir, dass während der Kälteperiode die Gletscherbildung alles übertreffen musste, was wir davon in der gegenwärtigen Zeit sehen, erinnern wir uns ferner, dass selbst in den südlich gelegenen Pyrenäen die Thäler bis zu ihrem Ausgang vergletschert waren, S. 641; so wird uns die Ausdehnung der Alpengletscher bis zum Jura und bis zu den Molassebergen Oberschwabens, als eine natürliche und nothwendige Folge des kalten Klimas in einer Gegend erscheinen, die mehrere Breitegrade nördlicher liegt und ein viel grösseres und höheres Gebirge hat, dessen zahllose erhabene Gipfel mit

*) AGASSIZ über das Alter der Gletscher der Schweitz. Comptes rendus 1842.

**) v. CHARPENTIER essai sur les glaciers p. 302.

den hohen Kämmen in innigem Zusammenhange stehen und daher der Gletscherbildung sehr günstig ist.

Der Zeitraum der Kälteperiode war nicht klein. Er musste eintreten, sobald die Küsten Nordrusslands so weit gesunken waren, dass sie von den Gewässern des Polarmeeres überfluthet wurden. Die Mächtigkeit der Sandlagen, in welchen Murchison und Kayserling an der Dwina Schalthiere des arctischen Meeres fanden, S. 538; die Mächtigkeit der Meermuscheln einschliessenden Sandschicht zu *Södertelje* unfern Stockholm, die mehr als 60 Fuss beträgt, S. 500, und viele andere ähnliche Thatsachen geben ein ungefähres Mass jenes Zeitraums an die Hand. Die gegenwärtige Erhebung Schwedens beträgt im Mittel in einem Jahrhundert 3 Fuss, S. 499. Ist die fragliche vorausgehende *Senkung* in demselben Verhältnisse erfolgt, so ist für eine Senkung von 60 Fuss ein Zeitraum von *zweitausend Jahren* erforderlich. Eine hinlängliche Zeit zur Entwickelung ungeheuerer Gletscher in einem mitteleuropäischen Hochgebirge und hochgelegenen Lande, unter dem Einfluss eines kalten Klimas, und in einer Breite in welcher in den Sommermonaten ausserordentliche Regenmengen fallen mussten. Im Beginn dieser Kälteperiode gingen wohl auch die Thiergeschlechter zu Grund, die von der warmen Tertiaerzeit bis dahin in Europa gelebt hatten, die Elephanten und Rhinocerosse, von denen man so häufig Reste in Diluvialmassen begraben findet, die vorwaltend aus den Alpen abstammen.

Die Wassermenge welche aus dem jährlichen Abschmelzen der riesigen Gletscher entstand, im Verhältniss ihrer Zunahme und der wachsenden Regenmenge sich vergrösserte, musste bedeutende Ströme bilden, die nicht nur auf Morainen, auf die an den Seiten und Enden der Gletscher abgesetzte Trümmer, sondern auch auf ältere Geröllablagerungen des Schuttlandes einwirkten, Orts- und Lagerungsveränderungen derselben hervorbrachten und sie mit dem älteren Diluvium vermischten.

Beim Eintritt des milderen Klimas, als die ungeheueren Eismassen der Schweitzer-Ebene fast gleichzeitig in ihrer ganzen Ausdehnung schmolzen, mussten die Gewässer die grösste Höhe erreichen, es mussten die erstaunlichen Fluthen von ihnen ausgehen, deren Absätze man im Rheinthal als *Löss* bis zu 400 Fuss über der Thalsohle, im Rhonethal hoch über dem

Fluss als terre à Pisé sieht. Diese Fluthen haben kleinere Blöcke bis in die Gegend von Lyon geführt, auf der Südseite dieselben in der Lombardei, auf der Ostseite in Oberschwaben verbreitet und sie allenthalben mit Lehm und Kies untermengt. Sie haben die letzte grosse Veränderung der Oberfläche in den Gegenden bewirkt, die sie durchströmten, die grosse Menge Rollsteine über die Seen hinweg geführt, so lange die Eismassen über denselben noch nicht vergangen waren. Auf diese Weise können die ausgedehnten Geröllmassen alpinischer Gesteine in die Gegenden diesseits des Bodensees transportirt worden sein, die man in schöner Auswahl bei Langenargen, der Mündung des Rheinthals gegenüber, insbesondere aber am Nordrande des Bodensee-Beckens, bei Stockach, Engen, Hilzingen u. s. w. in mächtigen Ablagerungen sieht. Sobald die Eisdecke von den See'n verschwunden war, die zu seiner Zeit insgesammt eine grössere Ausdehnung hatten, setzten die Ströme ihre Schuttmassen in denselben ab und füllten dadurch ihr oberes Ende auf, in das sie sich unmittelbar ergossen. So wurde der Genfersee, der ehedem seinen Wasserstand bis Saint-Maurice in Unterwallis ausgedehnt hatte, um 4½ Meilen zurückgedrängt; der Bodensee, der sich im Rheinthal bis über Altstetten hinaufzog, um 3 Meilen verkürzt. Der Wallenstadter See hing bei Sargans mit dem Rheinthal zusammen und ist durch einen Gerölldamm davon getrennt worden, den die gegen diese Thalseite gehende Strömung der Hochwasser des Rheins aufgeworfen hat.

Nachdem sich einmal die Gletscher bis in die Gebirgsthäler zurückgezogen hatten, konnten nur noch Eisschollen Blöcke über die Seen transportiren und bei dem in jener Zeit höheren Wasserstand an Orten absetzen, die heute in verschiedenen Höhen über dem gegenwärtigen Seespiegel liegen. Die Wassermenge nahm nach dem Abschmelzen der Eismassen schnell ab und verminderte sich fort und fort mit dem Rückzug der Gletscher in die höheren Theile der Thäler. Die kleiner gewordenen Flüsse gruben sich jetzt ihre Betten in die Schuttmassen ein, in welchen sie grösstentheils heute noch fliessen.

Die vielfach geschichtete Geröll- und Kiesauffüllung der Thalgründe ist der erratischen Ablagerung *vorhergegangen* und in einer Zeit erfolgt, dessen Klima von dem gegenwärtigen

nicht sehr verschieden und wenigstens so mild war, dass deren Birken, Fichten, Wachholder und viele Sumpf-Pflanzen gedeihlich wuchsen. Das beweisen die Ablagerungen von bituminösem Holz und Braunkohlen, die an vielen Orten im geschichteten Diluvium liegen und aus Bruchstücken der genannten Pflanzen bestehen. In allen Alpenthälern, so wie in den südlich und nördlich anliegenden Gegenden, hat man noch nicht einen einzigen Findlingsblock in der Geröll- und Kiesmasse gefunden, so vielfach dieselben auch aufgeschlossen und auf grosse Strecken der Untersuchung zugänglich gemacht worden sind. Erst *über* den Geröll- und Kiesablagerungen zeigen sich die Findlinge. So ist es im Rhone-, Aar-, Linth-, Reuss- und Rheinbecken, in Oberschwaben und in der Lombardei. Die Ausdehnung der Gletscher und die Verbreitung der Findlinge ist unstreitig das letzte grossartige und allgemein auf jene Gegenden einwirkende Ereigniss der Diluvialzeit.

Von ausserordentlicher Ausdehnung ist die Verbreitung der *Findlingsblöcke im Norden von Europa.* Sie tritt schon in Norddeutschland ausgezeichnet auf, und ist hier insbesondere dadurch merkwürdig, dass die Blöcke durch ein Meer von ihrer Geburtsstätte getrennt sind und in weiter (einzelne in mehr als 200 Meilen) Entfernung davon auf fremdem Boden liegen. Die wahre Grösse der Ausdehnung dieses nordischen erratischen Phänomens ist durch sein Auftreten von West nach Ost dargestellt. Am Meere beginnend in Holland, liegen die Findlinge ausgestreut durch Westphalen, Hannover, Sachsen, Preussen, Schlesien, Polen und Russland bis in die Gegend von Moscau; die östlichsten liegen bei Kostroma an der Wolga. Zieht man eine Linien durch die Grenzen der abgelagerten Granitblöcke, so bildet diese beinahe einen Halbkreis, in dessen Mittelpunckt Stockholm liegt; sein Radius ist die Entfernung von Stockholm nach Moscau, mit einer Länge von ungefähr 280 Meilen.*)

So wie man in die Region der grossen norddeutschen Niederung eintritt, sieht man anfangs noch hie und da Geschiebe von Steinen der südlichen Berge; wie man aber weiter nord-

*) M. Durocher Observations sur le phénomène diluvien dans le nord de l'europe, Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences 1842.

wärts vordringt, so treten auch bald grössere und kleinere Blöcke auf, als wahre Findlinge in dem weitausgedehnten Sandboden. Das Sandgebilde bezeichnet indessen mit seiner südlichen Grenze nicht überall genau die Verbreitung der fremden Blöcke. Wo Berge in die Ebene vordringen, da hören sie schon weiter nördlich auf und bilden innerhalb der gezogenen Linie einspringende Zacken. Wo dagegen am Südrand des Sandgebildes Berg- oder Hügelketten unterbrochen oder sehr niedrig sind, wo Thäler sich in die Niederung ausmünden, da findet man sie auch noch weiter südlich abgelagert, in Flussthäler und ihre Verzweigungen getragen und Einzelne derselben ausnahmsweise weit südlich liegend. Beispiele davon geben der *Schwedenstein* bei Lützen und der Granitblock bei Schlosse zu Jena.

„Die verschiedenartigsten Gebirgstrümmer von älteren und neueren Formationen" sagt Hausmann*), „kommen ohne Ordnung durcheinander vor, die Grandmassen gemeiniglich tiefer, wie die grösseren Blöcke. Nicht blos Sand, auch Thon- und Mergellager hüllen sie ein. Nirgends zeigen sich unter ihnen, oder in ihrer Nähe anstehende Gesteine, von welchen man die Trümmer älterer Gebirgsmassen ableiten könnte; wohl aber ruhen sie theils mit dem Sandgebilde, welches sie einschliesst, theils unabhängig von demselben, auf verschiedenen Gliedern des jüngeren Flötzgebirges."

Die Gesteine woraus die Blöcke bestehen sind: Gneis, Granit, Syenit, Grünstein, Porphyr, Quarzfels, Quarzsandstein und Kieselconglomerat. Von seltenerem Vorkommen, vorzüglich auf Mecklenburg und Pommern beschränkt, sind Kalksteinblöcke. Alle diese Gesteine stimmen so genau mit *schwedischen* Gebirgsarten überein, dass man versucht ist, von manchen die Gegend anzugeben, aus welcher sie abstammen. Man erkennt den *granitartigen Gneis*, die vorherrschende Gebirgsart Schwedens, die *Albitgranite*, den ausgezeichneten *Syenit* von *Bjursås* in Dalekarlien, den *Dolerit* des Kinnekulle, den *Trapp* der westgothischen Berge, die schönen *Elfdaler Porphyre*, den *Orthoceratitenkalk* der Inseln *Gottland* und *Oeland*, die *Kieselconglomerate* und *Quarzsandsteine* der *Kjölen*, des Grenzgebirges zwischen Norwegen und Schweden. Ja man findet in diesen Blöcken die eingemengten Mineralien, die den scandinavi-

*) Göttinger gelehrte Anzeigen 1827.

schen Gesteinen vorzugsweise eigen sind, Granat, Pistarzit, Skapolith, Malakolith, Turmalin, Zirkon, Orthit*), Pyrorthit, Spodumen, Magneteisen u. m. a.

Neben diesen Gesteinen kommen in den weiten norddeutschen Niederungen viele *Kreidestücke* und in ausserordentlicher Menge *Feuersteine* fast überall verbreitet vor; nicht selten mit Versteinerungen. Das Kreidegebirge auf Wollin, Rügen und in Dänemark, sowie im südlichen Schweden schliesst eine Menge Feuersteine ein, und so können wohl diese wie die anderen Gesteine aus dem Norden gekommen sein. Näher an der Ostsee zeigen sich die Blöcke im Allgemeinen seltener und viele derselben stammen aus Russland ab. Um Memel liegen Sandsteinblöcke vom Onega-See, die einen Weg von nicht weniger als 245 Meilen zurückgelegt haben. In den Umgebungen von Stettin und in Pommern sieht man viele Bernsteinstücke in dem erratischen Gebilde, welche dem darunterliegenden Tertiaergebirge angehören. In letzterer Gegend und in der Mark Brandenburg sind besonders einzelne Districkte mit Findlingen übersäet und die Blöcke mehr gruppenweise geordnet, als regellos zerstreut. Die erratische Ablagerung der Mark hat K. F. Kloeden**) sehr genau untersucht und ausführlich beschrieben. Es kommen dort mehrere grosse Blockablagerungen vor. Die Findlinge liegen theils frei auf der Oberfläche, theils in Sand, Kies, Grus, Lehm und Mergel eingebettet und in verschiedener Tiefe begraben. Der Grus wird fast ganz aus zerfallenen Granit und Gneis gebildet, und steht mit den Blöcken in unmittelbarem Zusammenhang. Der Kies besteht aus Quarz- und Feuersteinkörnern und geht durch allmähliges Kleinerwerden seiner Körner in Sand über. Er stammt wahrscheinlich von dem unterliegenden Tertiaergebirge und den kieseligen Aussonderung des Kreidegebildes ab.

Man macht hier, wie in vielen anderen Gegenden die Beobachtung, dass erratische Ablagerungen nicht allein aus frem-

*) Völlig in demselben granitischen Gneis, in welchem ihn Woehler auf der Insel Skeppsholmen zu Stockholm entdeckt hat; S. Hisinger Versuch einer mineralogischen Geographie von Schweden; Umgearbeitete Auflage von Woehler, Leipzig 1826.

**) Beiträge zur mineralogischen und geognostischen Kenntniss der Mark Brandenburg. Fünftes Stück 1832.

den Gesteinen zusammengesetzt sind, sondern auch Material der Unterlage enthalten, auf welche das erratische Gebilde eingewirkt hat und auf die es abgelagert worden ist. Als allererste Decke erscheint gewöhnlich eine Lage Lehm mit kleinen Geschieben. Darunter liegt der Grus aus kleinen Stücken von krystallinischen Gebirgsarten, zwischen welchen ein sandiger Lehm ist, zu dem sich hier und da auch noch eine grosse Menge Feuersteine und Kreidestücke gesellen, die häufig Versteinerungen enthalten. Stellenweise liegen zwischen dem Grus Parthieen aufgelöster Kreide, worin Grustheile eingeschlossen sind, eine Art Gonglomerat, das sehr locker und zerreiblich ist. Mitunter sieht man auf kurze Strecken Schichtung. Tiefer liegt ein grauer Mergel ohne Steine. Kreide und Feuersteine sind ausserordentlich häufig im Diluvium der Mark, dessen Sand, Lehm und Mergelmassen mit den nordischen Gesteinen allseitig vermengt auftreten.

Innerhalb der Region der Findlinge kommen besonders freiliegend im Lehm und Sand eine grosse Zahl von *Versteinerungen* vor, die älteren Gebirgsformationen angehören, namentlich der Kreide, den jurassischen Schichten und den Kalken des sogenannten Uebergangsgebirges.*)

Die Blöcke erscheinen bald in zusammenhängenden schmäleren Strichen, bald in vereinzelten Lagern oder Haufen. Eine grosse Ablagerung sieht man bei Thomsdorf in der Ukermark, nahe an der Mecklenburgischen Grenze; eine andere zwischen Prenzlau, Pasewalk und Brüssow. Bei Ioachimsthal zieht sich ein langgezogener Hügel von etwa 300 Fuss Breite über eine Meile weit fort, der aus lauter Blöcken besteht, zwischen denen nur wenig Sand liegt. Die Blöcke haben zum Theil eine in diesen Gegenden ungewöhnliche Grösse. Solche von 16 bis 18 Fuss Durchmesser gehören nicht zu den selteneren. Die langgezogene Gestalt dieser Ablagerung ist sehr beachtenswerth. Im Amte Zehden, unweit der Stadt, ist die Gegend nach Grüneberg hin und auf den Steinbergen, auf mehr als anderthalb Meilen mit grossen Blöcken besäet. Die hohe Fläche zwischen Münchenberg und Fürstenwalde ist strichweise sehr reich mit vorherrschend kleinen Steinen bedeckt. Südlich von Fürstenwalde ist die Gegend reich an grossen Blöcken, besonders

*) Kloeden a. a. O. S. 38–40.

liegen solche in grosser Zahl auf den Rauenschen Bergen und auf dem Plateau von Rauen; auch in der Nähe derselben sind die Felder damit überstreut. Schon seit langen Zeiten werden die Pflastersteine für Berlin aus dieser Gegend geholt. Auch südlich vom Golmberge enthält die Gegend des Dorfes Petkus ein sehr reiches Blocklager, von welchem schon seit Jahrhunderten Steine fortgefahren werden, ohne dass eine bedeutende Abnahme zu bemerken wäre. Bei allen diesen Ablagerungen ist eine strichweise Verbreitung unverkennbar und oft setzt ein solcher Strich weit fort. In den meisten Blocklagern herrscht der Granit vor; es sind aber auch oft in einer Gegend andere Gebirgsarten vorherrschend, die an anderen Stellen wieder völlig fehlen. In dem Steinlager, welches zwischen Belitz und Treuenbrietzen aufgegraben und zum Bau der Wittenberger Chaussee benutzt worden ist, waren Syenit und Dolerit die vorherrschenden Gesteine, welche es überhaupt in der ganzen Potsdamer Gegend sind. Zwischen Potsdam und Treuenbrietzen liegen vorherrschend rothe Sandsteine, wie sie im Rothliegenden vorkommen. Kreide und Feuerstein sind in der Berliner Gegend häufiger, als in der Potsdamer. Eine ähnliche strichweise Verbreitung zeigen auch die Versteinerungen; sie sind in manchen Gegenden häufig, fehlen dagegen in anderen gänzlich. Niemals findet man in einem Blocklager nur *eine* Art eines Gesteins, nur *eine* Art von Granit, Gneis, Syenit u. s. w. Es sind jederzeit mancherlei Arten eines und desselben Gesteins untereinander gemengt. Auf den Rauenschen Bergen liegen wenigstens 30 an Korn, Einschlüssen, Gemengtheilen verschiedene Granite auf einen Raum von kaum einer halben Quadratmeile vertheilt.

Die Blöcke, welche unter der Oberfläche liegen, finden sich in verschiedener Tiefe, immer aber auf Anhöhen oder Bergen, der Oberfläche näher, als in Thälern. Die mehrsten aus der Erde gegrabenen Blöcke sind rauh und scharfkantig; die an der Oberfläche liegenden, im Allgemeinen stumpfkantig und etwas abgerundet, ohne Zweifel, weil die Atmosphäre frei auf sie eingewirkt hat. Ihre Grösse ist öfters sehr bedeutend. Die grössten Blöcke der Mark lagen auf den Rauenschen Bergen, 7 Meilen von Berlin, in der Nähe von Fürstenwalde. Hier lagen die zwei *Markgrafensteine*, von welchen der nördlichere, grössere 26 Fuss (preuss.) Länge, 25 Fuss Breite und 27 Fuss

Höhe hatte, und als Material zu der schönen Granitschale von 22 Fuss Durchmesser und 5 Fuss Tiefe verwendet wurde, die im Garten vor dem Museum zu Berlin aufgestellt ist. Der Block wog $1\frac{1}{2}$ Millionen Pfund *). Südlich von diesem Block lag in einer Entfernung von 12 Ruthen ein zweiter von 18 Fuss Länge und 16 Fuss Höhe **). Ein dritter grosser Block lag nördlich von den beiden Markgrafensteinen auf dem ebenen Plateau vor den Rauenschen Bergen. Er hatte 25 Fuss Länge, 16 Fuss Breite und 12 Fuss Höhe. Es sind vier grosse Säulen aus ihm gefertigt worden ***). Alle drei Blöcke bestehen aus demselben fleischrothen porphyrartigen Granit. Es ist für die Weise ihres Transports sehr bezeichnend, dass sie in *einer* Linie von Norden nach Süden lagen.

In der Mark Brandenburg, wo keine Felsen anstehen und daher jeder feste Stein einen technischen Werth hat, werden die Findlinge schon Jahrtausende benutzt und viele derselben haben aus diesem Grunde nicht mehr ihre natürliche Lage. Schon in den ältesten Zeiten hat man die naheliegenden nach den Gräbern von Verstorbenen hingewälzt und sie damit eingefasst. Solche vom Volk *Riesenbetten* oder *Hünenbetten* genannte Zusammenstellungen von Blöcken sieht man in bedeutender Anzahl in vielen Gegenden der Mark. Viele solche Steine sind zu Altären, Opferstätten und für andere religiöse Zwecke benutzt worden. Wo sie auf den Feldern lagen, sind sie zur Einfriedigung, an den Wegen als Abweisesteine benutzt und öfters sieht man die Wege von Dorf zu Dorf damit eingefasst. Grosse Blöcke, die man nicht fortschaffen oder auf irgend eine Weise benutzen konnte, sind, als dem Feldbau hinderlich, vielfältig tiefer eingesenkt, förmlich vergraben und dadurch dem Anblick entzogen worden. Die Städte der Mark sind sämmtlich mit Findlingen gepflastert. Der grosse Verbrauch für Berlin, Potsdam, Frankfurt an der Oder und Brandenburg und in allen übrigen Städten, vermindert ihre Zahl fort-

*) Man hat ihn an Ort und Stelle in drei Theile gespalten, wovon der mittlere zu der Schale benutzt wurde. Den unteren Theil des Blocks hat man in mehrere kleinere Stücke zerlegt; aus einem derselben ist der runde Tisch gearbeitet, der auf einer der kleinen Kuppen der Rauenschen Berge an dem Orte aufgestellt ist, den man *„die Aussicht“* heisst.

**) Eine gute getreue Abbildung dieser Blöcke gibt Schulz in seinen „Beiträgen zur Geognosie und Bergbaukunde“ Tafel 1.

***) Alle die schönen Granitarbeiten, welche man zu Berlin und Charlottenburg sieht, hat H. Bauinspektor Cantian zu Berlin mit dem Material der märkischen Findlingsblöcke ausgeführt.

während, und in manchen Gegenden sucht man, nach dem Verbrauche der frei umherliegenden, mit dem Eisen die in der Tiefe liegenden auf. Alle Kunststrassen sind mit Findlingen gebaut und werden fortwährend damit unterhalten. Dazu kommt noch die Anwendung der Blöcke zu Bauten, Grundmauern und ganzen Gebäuden, zu den Umfangsmauern der Städte, ein Verbrauch, der wohl seit mehr als tausend Jahren fortdauert. Auch ein grosser Theil der alten Kirchen und Thürme in der Mark ist aus Findlingen erbaut. In der neuesten Zeit sind viele grosse Blöcke zu Kunstwerken verwendet worden. Wenn man diesen Verbrauch erwägt, so sollte man wohl vermuthen, es können nicht mehr viele Blöcke auf der Oberfläche vorhanden sein. Aber manche Ablagerungen sind so überreich, dass sie kaum erschöpft werden können. andere liegen in Gegenden, wo der erschwerte Transport von ihrer Benutzung bis jetzt abgehalten hat. Aber viele Blöcke befinden sich nicht mehr in ihrer ursprünglichen Lage. Sehr viele liegen noch unter der Oberfläche begraben.

Die Ebene von *Niederschlesien* ist von einer grossen Menge nordischer Findlinge bedeckt, die bis nach *Oberschlesien* verbreitet sind und sich in einigen Gegenden auch auf höheren Punkten, selbst bis über 1000 Fuss hoch über dem Meere zeigen. In Oberschlesien erreichen sie den Fuss der Karpathen; ebenso die Höhenzüge von Ober-Bögendorf, Nieder-Kunzendorf 840 Fuss, Ober-Kunzendorf 1291 Fuss, Fürstenstein 1191 Fuss über der See. Sie ziehen sich fort bis Liebichau und selbst noch weiter südlich hinauf in das Steinkohlenbecken von Waldenburg, wo in der Gegend von Ober-Waldenburg, Mittel-Hermsdorf und am östlichen Fusse des Hochwaldes die Grenze ihrer Verbreitung ist *).

Verfolgt man die Blöcke aus der Ebene von Niederkunzendorf, zwischen Freiburg und Schweidnitz über Oberkunzendorf hinaus bis gegen den Kalksteinbruch, so liegen hier einzelne bis zu Höhen von 1000 Fuss und darüber. Auf der Strasse von Sorgau nach Waldenburg sieht man am Kiefenhübel Sandablagerungen mit Feuersteinen in einer Höhe von 1288 Fuss über dem Meere.

In dem flachen Thale von Salzbrunn liegen aufwärts der Kirche, längs dem Salzbach unzählig viele grössere und kleinere Blöcke in einer Höhe von 1123 Fuss. Weiter im Thale hinauf

*) Bocksch, die Geschiebe und Sandablagerungen zwischen Waldenburg und Freiburg, Kastner's Archiv für Mineralogie u. s. w. 1840, Bd. 15, Heft 1.

werden sie immer seltener. In der Nähe des Salzbrunner Oberbrunnens, 1251 Fuss, liegen Blöcke von 4—6 Kubikfuss. Wie man höher ansteigt, treten die Blöcke immer mehr vereinzelt auf, bis Ober-Waldenburg, wo man sie bei der Ziegelei in einer Höhe von 1400 Fuss über dem Meere sieht. In dem die Blöcke begleitenden Sande liegen Bernsteinstücke. Das vorherrschende Gestein der Findlinge ist Granit; in den Sandablagerungen finden sich überall Feuersteine. Blöcke von Grauwacke-Kalkstein und Kreide sind in der Ebene zwischen Freiburg und Schweidnitz häufig. In dem Sande von Kunzendorf, Schönbrunn und Schweidnitz sind die Findlinge von der mannigfachsten Art, wie in der Mark Brandenburg. Mit den Graniten u. s. w. kommen viele Grauwacke-Kalksteine vor, deren Reichthum an Versteinerungen in Erstaunen setzt. Es sind dieselben, welche bei Sorau in der Lausitz häufig vorkommen. Seltener findet man Blöcke von Jurakalk und Sandstein. Zu den ganz seltenen Vorkommnissen gehört ein sandiger oolithischer Jurakalk von brauner und ockergelber Farbe, der viele Versteinerungen einschliesst *). Zu den seltensten Vorkommnissen gehören plattenförmige Findlinge, die den Sohlenhofer Platten so ähnlich sind, dass man sie für solche in jede Sammlung aufnehmen könnte. Bei Kunzendorf enthält der Sand so viele lose Muschel-, Schnecken- und Corallen-Versteinerungen, dass sie die Kinder aufsuchen und sammeln.

Aus Schlesien erstreckt sich das erratische Gebilde nach *Polen*. Hier liegt über dem Tertiaergebirge zunächst eine Lehm- und Mergelbildung, an manchen Stellen nahezu 200 Meter mächtig und zieht sich von Südwest nach Nordost, von Krakau bis zu den Ufern des Bug. Sie enthält Süsswassermuscheln und umschliesst Reste von Elephanten, Rhinoceros, Mastodon. Dieses Gebilde ist die Unterlage der erratischen Ablagerung, in welcher die Reste genannter Thiere nicht mehr vorkommen. Die Blöcke derselben bestehen vorherrschend aus Finländischen

*) In einem Findlinge dieser Art, welchen H. Bocksch an das Mineraliencabinet zu Berlin eingesendet hat, ist enthalten: Ammonites Jason, Amm. biplex, Terebratula varians, Avicula echinata, Av. costata, Cardium concinnum, Astarte, Pecten, Turbo; er stimmt daher völlig mit den Findlingen von Jurakalk überein, die man im Sande des Kreuzberges bei Berlin findet. Die Stücke beider Orte entsprechen dem anstehenden Gestein von Popilani in Samogitien.

Graniten, unter denen man immer auch den Rapakivi des Gouvernements Viborg sieht, der, um nach Polen zu gelangen, eine Reise von 250 franz. Lieus machen musste. Die Verbreitungsgrenze der Blöcke geht von Wlodawa am Bug, nördlich an Kielce vorüber und endigt zu Kozieglow, etwas südlich von Czenstochau, zwischen dem 51° und 50° N. Br.

In Russland sieht man die weiten, durch wagrechte Schichtenlage und Sandausfüllung aller Unebenheiten bewirkten wassergleichen Ebenen, von Petersburg bis Moskau und bis zum Niemen mit Findlingen übersäet. Es sind lauter Finländische Blöcke, worunter der *Rapakivi* den grössten Theil ausmacht. Man findet diesen längs der Strasse von Petersburg nach Moskau, bis über Twer hinaus. In *Curland* findet man Blöcke an den Quellen der Windau bis zu 1000 Fuss über dem Meere und wieder in Thälern und Flussbetten. Sie bedecken die Dünen bei Dünamünde, so wie die Ufer des Niemen unterhalb und oberhalb Kowno in *Lithauen*. An den Ufern der Narew erscheinen sie bis in die Nähe von Muchavice, aber kaum grösser, als gewöhnliche Kieselsteine. Südlich von Wilna erreichen sie ihre Grenze an den Rändern der Moräste von Pinsk. Am häufigsten erscheinen sie an der Ostseite des Riegels, den die Düna bei Kokerhusen durchbrochen hat. In *Livland* setzen sie, mit Grus und Sand untermengt, die sonderbaren *Kangers* zusammen und erscheinen als Hauptmaterial der Mauerwerke der alten Letten. Um Szadow und Pokroi liegt eine solche Menge von Granitblöcken, dass man auf einer Fläche von vier Quadratmeilen mit Sicherheit ihren cubischen Inhalt zu 8,500,000 Kubikfuss annehmen kann. Gegen die sandige Ebene von Mietau hin nimmt die Zahl der Blöcke ab. Sie kommen überall am zahlreichsten in den hügeligen Gegenden vor und verlieren sich allmählig, wenn hinter diesen eine Ebene folgt. Dies Verhalten ist besonders in *Esthland* sehr bemerklich. Grosse Blöcke kommen aber in diesen Gegenden nicht vor, wohl aber in der Umgegend von Petersburg, wo sie, wie in der Mark Brandenburg, an die riesenhaften Alpenfindlinge erinnern. In *Finland* ist die erratische Ablagerung über einen grossen Theil des Landes ausgebreitet. Das Innere Finlands stellt ein flachhügeliges Granitplateau dar, über welches da und dort sich einzelne abgerundete Berge erheben. Die Vertiefungen sind an vielen Stellen von Seen eingenommen, sonst von Sand, Grus und

und Blöcken theilweise aufgefüllt. In den Ebenen bilden diese Massen mehrfältig schmale, in N.S. Richtung langgezogene flache Hügel. Die Höhen der Granit- und Gneiskuppen erreichen sie nirgends. Das wagrechtliegende, erratische Gebilde ist hier *geschichtet*. Die mehrsten Steine stammen von den nahe gelegenen Felsen ab.

Aus der Norddeutschen Ebene zieht sich die Ablagerung durch *Holstein* und *Schleswig* fort und zeigt sich auch in *Seeland* wieder *). Um Kopenhagen liegen nordische Felsblöcke in grosser Menge und hinauf bis Helsingör. Sie liefern in den sandigen Gegenden das Material zu den öffentlichen Bauten. Lehm, Sand und Blöcke, immer geschichtet, setzen die Ablagerung zusammen, die bis 200 Fuss Mächtigkeit hat und über 70 Species Conchylien enthält, die den jetzt noch in den nahen Meeren lebenden vollkommen entsprechen; darunter sind namentlich Balanus, Saxicava, Tellina baltica, Venus islandica. Die Blöcke liegen theils auf der Oberfläche, theils in verschiedenen Tiefen begraben. In den thonigen Lagen sieht man die Muscheln am häufigsten, am besten erhalten und oft noch *beide* Schalen mit einander verbunden.

Jenseits des Sundes sieht man die Ablagerung wieder bei Helsingborg in Schonen. Hier liegen die Blöcke nicht mehr in lockerem Sand; sie ruhen auf Felsenboden, über die ganze Provinz ausgestreut. Noch über Schonen hinaus sieht man die Trümmer durch mehrere andere Provinzen *Schwedens* verbreitet, in Begleitung von Sand und Grus. Ganz besonders ausgezeichnet ist hier das Auftreten des erratischen Gebildes in langen schmalen Rücken, welche die Schwedischen Geographen *Åsar* nennen und wenn sie mehr aus Sand und Grus, als aus Blöcken bestehen, *Sandåsar* heissen. Diese Rücken, in denen auch einzelne Meermuscheln liegen, sieht man nicht nur innerhalb der niedrigen Bergketten, sondern auch über Ebenen und sogar über Seen fortsetzend, zumal im mittleren Theil von Schweden, in den Provinzen Småland, Westmanland, Upland, Dalerne, Nerike. Selten erreichen diese eigenthümlichen Rücken eine Höhe von 300 Fuss, dagegen vielfach eine Länge von vielen Meilen, bei ganz geringer gleicher Breite und

*) Forchhammer über Geschiebebildung und Diluvial-Schrammen in Dänemark und Schweden. Pogg. Ann. 1843.

gleichförmiger wagrechter Gipfelhöhe. An vielen Stellen sind Strassen auf ihnen geführt, wie wenn sie dazu erbaut worden wären. Die Hermelinsche Charte von Schweden zeigt deutlich, wie die Strasse von Upsala nach Wandel, von Enköping nach Nora, von Hubbo nach Moklinta u. s. w. auf solchen Åsar geführt ist. Auffallend ist der Parallelismus ihrer Hauptrichtung von N.N.O. gegen S.S.W. *). Aehnliche lineare Reihung erratischer Massen sieht man auch in Finland **) und Klöden hat sie stellenweise auch in der Mark Brandenburg beobachtet ***), wo sie aber von West nach Ost ziehen.

Gegen die Grenze von Schweden und Norwegen hin, um Strömstadt, Hogdal u. s. f. erheben sich Gneis- und Granithügel, deren Gipfel wie aus einzelnen abgerundeten Höckern zusammengesetzt erscheinen und ziemlich abgeplattet sind. Die Gegend hat das Ansehen eines hügeligen Plateaus. Hier sieht man nun zahlreiche *Furchen* in das feste Gestein eingegraben, neben einander hinlaufend, mit ebenen und glatten Wandungen, die das Ansehen künstlich polirter Flächen haben. Ihre Richtung ist im Allgemeinen ganz die Richtung der Åsar, N.N.O. gegen S.S.W. Auf diese Furchen hat schon vor langer Zeit de Lasteyrie aufmerksam gemacht; erstmals genauer wurden sie aber durch A. Brongniart untersucht und beschrieben †). Seit dieser Zeit waren sie ein Gegenstand eifriger Untersuchung. Ausgezeichnete Gebirgsforscher haben sich specieller damit beschäftigt und sie auch in anderen nordischen Gegenden gefunden. Besonders haben Sefström ††) in Schweden, Böthlingk †††) in den anliegenden Russischen Provinzen und Durocher ††††) in allen wichtigen Gegenden von Nordeuropa schätzbare Beobachtungen gemacht. Letzterer hat die älteren Beobachtungen mit den seinigen sorgfältig verglichen.

*) A. Brongniart, Ann. des sc. nat. t. XIV. 1828.

**) Durocher, Observations sur le phénomène diluvien dans le Nord de l'Europe; Comptes rendus 1842, séance du 17. janvier.

***) Beiträge zur min. und geogn. Kenntniss der Mark Brandenburg. Heft 5, S. 25.

†) Ann. des sc. nat. t. XIV. 1828, p. 16.

††) Ueber die Diluvial-Schrammen an der Oberfläche der scandinavischen Felsen; Poggendorf, Annalen 1838, Bd. XLIII.

†††) Bulletin scientifique de l'Academie de Saint-Petersbourg, t. VII.

††††) Am o. a. O.

Die Furchen und Streifen (Diluvial-Schrammen von SEFSTRÖM genannt) zeigen sich im Norden von Europa überall an Felsen, die hart genug waren, sie anzunehmen und hinreichende Festigkeit zu ihrer Erhaltung hatten. Sie erscheinen, je nach der Beschaffenheit des Gesteins, mehr oder weniger vollkommen. Härtere Gesteine, Granite, Grünsteine zeigen die Furchen sehr schön polirt, gewöhnlich nur einige Linien breit, bis zu einem halben Zoll. Die Flächen der Furchen sind selbst oft wieder fein gestrichelt. Bei weicheren Gesteinen sind Furchen tiefer und breiter, 2 bis 4 Zoll tief und bis über $^1/_2$ Fuss breit. Die feinere Strichelung ist nicht erhalten. An Kalkfelsen sieht man sie gewöhnlich nicht, da sie die nordischen Kalke nicht so gut scheinen erhalten zu können, als die Kalke des Jura. Doch hat sie MURCHISON in neuerer Zeit an Kalkfelsen der Insel Dago im Baltischen Meer gesehen. Ausnahmsweise erscheinen die Furchen sehr gross, wie unter Anderen an Granitfelsen des Ladoga-Ufers, zwischen Labdenpoja und Reuskula, wo man an stark geneigten und beinahe senkrechten Felsflächen horizontale Furchen auf eine Tiefe von 1 bis 2 Fuss in einem Halbkreis ausgerieben sieht. Es sind auch die Seitenflächen der canalartigen Furchen gestrichelt. Nicht selten sieht man, und zwar an einer und derselben Stelle, oft an der gleichen Felsfläche, dass die Furchen und Streifen nicht alle in *einerlei* Richtung laufen. Sie schneiden sich öfters unter einem, jedoch immer kleinen Winkel von höchstens 12°. Manchmal ist die Richtung der feinen Streifen von der Richtung der grossen Furchen abweichend, bisweilen durchkreuzen sich selbst die breiten Furchen. In den mehrsten Fällen dieser Art sieht man aber Furchen und Streifen in zweierlei Richtungen. Die Schichtung hat darauf keinen Einfluss. Sie wird von den Furchen und Streifen unter den verschiedensten Winkeln geschnitten. Am deutlichsten sieht man diese immer an der Oberfläche niedriger flacher Kuppen. An den Gehängen und insbesondere an steilen Abfällen erscheinen sie im Allgemeinen weniger ausgebildet. Wo sie aber daran deutlich auftreten, da zeigen sie sehr interessante Verhältnisse; sie sind alsdann in horizontaler Richtung *breit* und *tief* eingegraben und *cannelirt*.

In dem Hügellande von Schweden, Finland und Lappland sind alle hervorragenden Felsen, Hügel und kleinen Berge abgerundet, selbst die etwas höheren, abgeschliffen, gefurcht und

cannelirt, und so vollkommen abgerieben und polirt, dass alle Ecken und Kanten verschwunden sind und die Furchen allein als Unebenheiten erscheinen. Die meisten Hügel Finlands sind oval und liegen in der Richtung der Furchen langgezogen. Höhere Berge erscheinen auf der S.S.O.-Seite unverändert und mit allen der Natur des Gesteins eigenthümlichen Formen, während die N.N.W.-Seite die beschriebenen Veränderungen zeigt. Das ist namentlich in Schweden so und deutet an, von welcher Seite her die Wirkung gekommen ist.

Die Richtung der Furchen und Streifen ist auf grosse Strecken sehr constant die gleiche und im Allgemeinen auf den Felsen von Lappland, Finland, Nordschweden von N.N.O. gegen S.S.W., eine Richtung, welche mit derjenigen der Hauptthäler und Seen zusammenfällt. Von dieser Hauptrichtung, welche zuerst von A. Brongniart beobachtet und angegeben später auch von Sefström, Röthlingk, Durocher u. A. als die herrschende bezeichnet worden ist, gibt es ausserordentlich viele Ausnahmen; man sieht N.N.W.-S.S.O.-, N.S.-Richtungen mit Abweichungen bis zu 30°. Im südlichen Schweden ist die Richtung im Durchschnitt N.S. An der ganzen östlichen Seite des Kattegats aber fand sie Forchhammer *) fast ganz O.-W., so bei Gothenberg, bei Udevalla und Strömstadt. Südost nach Nordwest gehen die Streifen zwischen dem Calmarsunde und Norkjöbing; Südwest-Nordost gehen sie bei Varberg und Kongsbakka. An der norwegischen Seite des Kattegats sind die Streifen bei Tvedestrand und von da hinauf nach Förresvand und in der ganzen Gegend, Südost-Nordwest. Bei Laurvig und Frederiksvärn werden sie fast ganz nördlich. In den höheren Gebirgsgegenden Norwegens zeigen sich die Furchen und Streifen gerade so, wie in den Alpen, in der Richtung der Thäler. Wie dort sieht man sie im norwegischen Hochgebirge von den Gebirgsgipfeln herab durch die Thäler ziehen. So hat es Daubrée **) in den von den Schneekuppen des *Bergen-Stifts* ausgehenden Thälern beobachtet und in anderen Theilen der Scandinavischen Alpen haben Keilhau und Siljeström bis zu 4000 Fuss Meereshöhe gleiche Beobachtungen gemacht.

*) Ueber Geschiebebildungen und Diluvial-Schrammen in Dänemark und einem Theil von Schweden; Pogg. Ann. 1843, Bd. 58.

**) Comptes rendus 1843 XVI.; daraus im Neuen Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1844 S. 113.

An zahlreichen Stellen in Norwegen, Schweden und Finland sind die gefurchten Felsen mit Thon, oder mit Sand und Grus bedeckt. Auf dem Wege von Christiania nach Aggersbach wurde vor einigen Jahren an einem 70 Meter über dem Meere anstehenden Felsen die Thondecke abgenommen. Auf einer seiner tief gefurchten Seiten fand man viele Serpeln, wie sie jetzt noch in den nahen Meeren leben, ansitzen *). Der Fels ist auf seinen geneigten wie auf seinen senkrechten Flächen gleich stark gefurcht und eben so auf einer Hohlkehlenfläche unter einem mit 45° überhängenden Felsstücke. Die Thonablagerung hat Keilhau auch im S.O. Norwegens in 188 Meter Seehöhe und bis auf 25 Stunden landeinwärts gefunden. Die gestreiften Felsen auf den Inselchen längs der Küste sieht man, zumal in der Nähe von Frederiksvärn, sich allenthalben unter das Meer einsenken. Unter dem Meeresspiegel, in einer Tiefe von mehr als 200 Meter, können die Felsen weder von einer Strömung, noch von einem Gletscher gefurcht worden sein. Es muss der Boden Norwegens zur Zeit der Streifung und Glättung seiner Felsen *höher gestanden*, als der Thon sich darüber absetzte, aber *gesenkt* gewesen sein. Scandinavien hat demzufolge in der Diluvialzeit eine *Senkung* erlitten und hierauf eine *Hebung*, die in der gegenwärtigen Zeit noch fortdauert. Dasselbe beweisen ja auch die alten Strandlinien, die jetzt hoch über dem Meere liegenden, Seemuscheln führenden Sandlagen u. s. w. S. 499 ff.

Die Erscheinungen, welche die erratische Ablagerung im Norden von Europa darbietet, sind, obwohl zusammengehörig und in wesentlicher Beziehung zu einander, doch von so verschiedener Art und haben so verschiedene Ursachen, dass sie sowohl nach diesen Verhältnissen, als nach der Zeit ihrer Bildung unterschieden werden müssen.

Als das älteste Phänomen erscheint die *Streifung* und *Polirung* der scandinavischen Felsen. Die Sefström'sche Theorie, wornach eine ungeheure Fluth vom Nordmeere aus gegen Süden gegangen sein, die Felsen durch transportirte Steine abgerieben, gefurcht und polirt haben soll, kann die Erscheinungen ebensowenig erklären, als eine Fluth aus den Alpen heraus die gleichen Verhältnisse in jenen Gegenden zu erklä-

*) Daubrée a. a. O.

ren vermag. Durch Wasser in Bewegung gesetzte Steine machen keine solche Furchen, poliren nicht, können die polirten Furchenflächen nicht fein kritzeln, unter überhängenden Felsen keine Flächen furchen und sowohl auf vorspringenden, als auf unterhalb Vorsprüngen liegenden Felsen-Flächen Streifen ziehen. Eine Fluth, die nach der N.S.-Richtung geht, kann Hügel und kleine Berge nicht auf *allen* Seiten abreiben und furchen, wie es z. B. der Felsenboden von Finland und Lappland zeigt *). SEFSTRÖM'S *„petridelaunische“ vorübergehende* Fluth kann dies nicht und auch nicht die Verschiedenheit erklären, welche sich darin zeigt, dass im mittleren Schweden die Nordseite der Klippen abgeschliffen ist, im nördlichen, gegen das weisse Meer gewandten Theil der scandinavischen Urgebirgsmasse dagegen die Südseite.

FORCHHAMMER **) sieht dies als Wirkung der Wellen an. Die senkrechte Seite der Klippen sei stets gegen den Wellenschlag gerichtet. Die Gewässer der Nord- und Ostsee haben nach ihm alle Klippen, die ehemals Küste waren, abgerieben und gefurcht durch darüber hingeschobene Steine. Er fand auf den nackten Felsen der gehobenen Scheren in der Umgegend von Gothenborg einen grossen Steinblock, der stark abgerundet war und von dem eine tiefe und breite Furche gegen Westen ging. Gegen Osten vom Blocke setzte eine viel schmälere Furche sich weiter fort. G. FORCHHAMMER hält sich für überzeugt, dass er an dieser Stelle offenbar einen grossen Stein-

*) DUROCHER, Observations sur le phénomène diluvien dans le Nord de l'Europe. Extrait des Comptes rendus 1842, p. 6: „les sillons latéraus (dirigées au N. 22°, 23° et 25° O. magnétique) se combinent quelquefois avec les sillons ordinaires sur la surface d'un même monticule, de manière à l'envelopper entièrement; car en Finlande surtout et aussi en Laponie, tous les monticules d'une faible hauteur et même ceux qui étant plus élevés, ne sont point terminés par des pentes rapides, offrent des marques de polisage et de cannelure sur toute leur surface, sur leur sommet et *sur toutes leurs pentes*, *de quelque côté qu'elles soient exposées:* et alors les sillons du milieu, qu'on peut appeler *normaux* comme représentant la véritable direction, sont toujours situés dans des plans verticaux parallèles dirigés du N.N.W. au S.S.O. magnétiques, tandis que les sillons lateraux ont une légère tendance à suivre les sinuosités du monticule, de manière à rester dans un même plan horizontal.“

**) Ueber Geschiebebildungen und Diluvial-Schrammen, POGG. Ann. 1843.

block auf seinem Wege angetroffen, wo er, von der Fluth verlassen, nur zum Theil einen früher gebahnten Weg erweitert hatte. „Das Wasser", sagt er, „kann keine Streifen in die Felsen einschleifen, dazu gehört ein fester, harter, schwerer Körper, dazu gehören nothwendiger Weise Blöcke, die fortgeschoben werden". Die gestreiften Klippen des dem weissen Meere zugewandten, nördlichen Scandinaviens seien auf ihrer senkrechten Seite desshalb gegen Norden gerichtet, weil hier einst der Wellenschlag des Eismeeres darauf gewirkt habe. Die Ursache der Streifung der Felsen, so wie der Absetzung der Åsar könne keine allgemein wirkende gewesen sein. FORCHHAMMER hält sie für das Resultat von unzähligen Bewegungen.

Vergleicht man die scandinavischen Diluvial-Schrammen und alle ihre Verhältnisse mit denen der Alpen, so stimmen sie beinahe vollkommen mit einander überein. Gletscher, welche sie in den Alpen bewirkt haben, waren auch die Veranlassung des scandinavischen Phänomens und der polirte und gestreifte *Porphyr* von *Elfdalen* zeigt dasselbe, was die Felsschliffe *des Grimsel-Gneises* im Aarthal darlegen, oder die polirten *Kalkfelsen* von *Landeron* *). Die Eiszeit der Alpen und der Pyrenäen war auch die Eiszeit für das scandinavische Gebirge. Nach seiner geographischen Lage konnte die Ausdehnung und Dauer seiner Gletscher nicht geringer sein, als in Mitteleuropa. Die noch erkennbaren Wirkungen müssen diesen Verhältnissen entsprechen **). Wasserschliffe, d. h. Abreibungen von Felsen durch Steine, die vom Wasser bewegt werden, können allerdings vielfältig am einstigen Meeresufer bewirkt worden sein. Aber Furchen und Streifen mit *polirten* Wänden und *feiner Kritzelung* darauf, das wird durch Steine, die vom Wasser be-

*) ELIE DE BEAUMONT, Instructions pour les Géologues de l'Expedition qui se rend dans le Nord de l'Europe. 1838. p. 20, und Rapport sur un mémoire de M. DUROCHER, intitulé: Observations sur le phénomène diluvien dans le Nord de l'Europe, p. 27 ff.

**) Vergleiche über die heutigen Gletscher Scandinaviens, so wie über die Erosionserscheinungen jener Gletscher und der erratischen Periode: DUROCHER, études sur les glaciers du Nord et du centre de l'Europe, in den Ann. des Mines 1847. IV. livraison. In der Nähe des Sees Stygge am Justedal sah DUROCHER gefurchte Felsflächen in einer Höhe von mehr als 1200 Meter über dem Meere.

wegt sind, nicht hervorgebracht. S. oben S. 373. Wenn Rinnen von einer ungewöhnlichen Tiefe, Gossen, von mehreren Metern Tiefe und 1—2 Meter Durchmesser, als Gletscherwirkungen auffallend erscheinen, so möge man sich dabei an die *Karrenfelder* erinnern, die auch zur Classe der Gletschererscheinungen gehören; man möge die lange Zeit in Betrachtung ziehen, während welcher die Einwirkung auf die Felsen dauerte. Die *Riesentöpfe* in Norwegischen und Schwedischen Felsen, entfernt von gegenwärtig strömenden Wassern, und an Stellen, wo offene Wasserstürze nicht gewirkt haben können; diese Aushöhlungen können nur durch Gletscherbäche bewirkt worden sein, niemals aber durch eine von Norden nach Süden strömende Fluth, oder durch Wellenschlag an einer Scherenküste.

Die Bewegung von Eismassen über den Felsenboden von Süd- und Ostschweden und von Finland, der nur einige Minuten allgemeine Neigung hat, oder beinahe horizontal ist, erscheint nicht unmöglich, da man annehmen muss, dass die Gletscher von den Höhen des Gebirges durch die Thäler herabgerückt und sich über das hügelige Land verbreitet haben. Das Eis dieser Gegenden konnte somit durch die von dem Gebirge sich abwärts bewegenden Gletschermassen vorwärts geschoben werden. Seine Ausbreitung nach den Seiten ist der Grund der in verschiedenen Richtungen wahrnehmbaren Furchen. Die grössten Gebirgshöhen waren von Schnee und Firn eingenommen; die Eisbildung konnte in jenem Klima nicht so hoch beginnen, als in den Alpen; daher sieht man, wie es Durocher auch angibt *), die Furchen überall auf den tiefer liegenden Felsenplateaus, auf Kuppen und Hügeln, aber nicht an den Felsen der grössten Höhen. Die Fortsetzung der Eismassen über die Seen des scandinavischen Berglandes kann ebensowenig in Zweifel gezogen werden, als der Uebergang des Rhonegletschers über den Genfer- und Neuchatellersee.

Morainen, welche die Beobachter des nordischen Phänomens vermissen **), konnten bei der fortschaffenden Wirkung der grossen Wasserströme, die von den Eismassen abflossen, nicht

*) Bulletin de la Société géologique, 2e. série, t. IV. p. 29. Novbr. 1846.

**) Durocher sur les glaciers du Nord de l'Europe, Ann. des Mines 1847, IVe. livraison, p. 126.

erhalten bleiben und wurden in geschichtetes Diluvium umgewandelt. Doch sieht man auf Gebirgshöhen Findlinge auf gefurchten Felsen, die von Guffern und Gandecken scheinen zurückgeblieben zu sein *).

Die Senkung Scandinaviens und Nordrusslands musste, sobald dadurch das Polarmeer mit der Ostsee in Verbindung gekommen war, eine ungeheure Ausdehnung seiner Gletscher zur Folge haben und diese das Maximum erreichen. Dabei wurde Scandinavien grossentheils von Gletschern bedeckt, die bis ins Meer herabstiegen. Mit dem Polarstrom kamen grosse *Eisberge* aus dem Norden herab, die an der Küste und wo sie den Grund des seichten Meeres berührten, der damals durch einen Theil des zu mässiger Tiefe unter den Meeresspiegel gesunkenen Landes (S. 500) gebildet wurde, Sand und Geröllelagen durchpflügten, vor sich her schoben und wo sie über Felsenboden hingingen, Ecken und Kanten abrundeten und in die Flächen durch eingeschlossene Steine in der Richtung ihrer Bewegung Streifen und Furchen zogen. Auf diese Weise wurde der Felsenboden unter dem Meeresspiegel von Eisbergen gefurcht; das lose Material aber in langgezogene Hügelketten (Åsar) geordnet, die durch den Einfluss von Wellenschlag und Strömungen geschichtet und in die Form und Lage gebracht wurden, in denen man sie gegenwärtig sieht. Sie gleichen den sogenannten *Revler* an der Westküste von Jütland, jenen kettenförmigen Bänken von Sand und Steinen, welche parallel mit einander nur wenige Fusse unter der Oberfläche des Meeres hinziehen und durch tieferes Wasser von einander getrennt sind **). Die Meermuscheln, welche in Schweden und in Dänemark, wo die Åsar gleichfalls auftreten, in diesen Ablagerungen mehrfältig vorkommen ***), beweisen ihre Bildung *unter* dem *Meeresspiegel*. Sefström nimmt an, die Åsar seien von der petridelaunischen Fluth in dem Schutz des festen Gesteins ab-

*) Durocher, ebendaselbst, p. 123.

**) G. Forchhammer über Geschiebebildungen und Diluvial-Schrammen in Dänemark und einem Theile von Schweden, Pogg. Ann. 1843, Bd. 58

***) Bei Tarbeck im mittleren Holstein liegt eine Austernbank darin, mit Ostrea edulis, Cardium edule, Littorina littoria und Buccinum undatum. Forchhammer am o. a. O.

gesetzt worden. Sie liegen aber in Schweden so allgemein verbreitet ohne Schutz von festen Gesteinmassen, dass man dadurch ihr Vorkommen nicht erklären kann. Auch ist es klar, dass eine Fluth, die mit solcher Heftigkeit von Norden nach Süden gestürzt sein soll, dass sie klafterweise die entgegenstehenden Felsen abrieb und zerbrach, das lose Material nicht zu gleicher Zeit zwischen den abgeschliffenen Klippen absetzen konnte.

Blöcke von allen Dimensionen können durch *Eisflösse* transportirt und auf dem Meere in grosse Entfernungen getragen worden sein. Sie strandeten an den Küsten, viele aber fielen auf den damaligen Meeresboden und hier blieben sie theils frei liegen, theils wurden sie später von Sand und Kies umgeben und bedeckt. Auf diesem Wege gelangten die *nordischen* Blöcke in entfernte Länder diesseits der Ostsee und des Finnischen Meerbusens. Auch diese Länder, die Ebenen Norddeutschlands, Polens, Russlands, waren in jener Zeit von dem Meere bedeckt und standen unter dem Einfluss des eisigen Polarstroms. Auf ihrem Grund wurden die Sand- und Kiesmassen durch Welleneinfluss geschichtet und strandeten mit Geröllen und Blöcken beladene Eisflösse. Die langgezogenen Sandhügel der Mark repräsentiren die deutschen Åsar und zeigen an, dass die gleichen Ursachen der erratischen Erscheinungen dies- wie jenseits der Ostsee gewirkt haben.

Später erfolgte eine allmählige *Wiedererhebung* der Länder. Von dem grossen Polarmeere, das die Nordsee mit dem weissen Meere in Verbindung gesetzt hatte, blieb nur die Ostsee zurück. Das Klima wurde milder. Die Eismassen der tieferen nordischen Gegenden schmolzen. Mächtige Wassermassen streuten Geschiebe weit umher und furchten sich in dem Boden die Rinnsale ein, in denen wir sie heute noch mit kleinerer Wassermenge fliessen sehen.

Die jährlich wiederkehrenden grossen Fluthen, welche durch Regenfälle und Schneeschmelzen im Frühjahr und während des Sommers gebildet wurden und von den Höhen herabströmten, haben einen grossen Theil des Gebirgsschutts, sowie viele Blöcke fortgeführt und sie in verschiedenen Entfernungen theils zerstreut, theils in Haufen abgesetzt. Das scandinavische Phänomen zeigt daher diejenigen Verschiedenheiten der Bildungen, welche durch die Wirkung der Gletscher, durch den Ein-

fluss des Meeres und darin schwimmender Eisberge, und endlich durch die Gewalt von Wasserströmen bedingt sind.

In *Grossbritanien*, wo nach den Untersuchungen von Buckland, Agassiz und Lyell die ehemalige Existenz ausgedehnter Gletscher nachgewiesen ist, zeigt sich das erratische Gebilde in besonders grosser Ablagerung vorzugsweise in den Gebirgsländern von *Schottland* und *Wales*. In vielen Thälern dieser Hochländer finden sich Ablagerungen von Schlamm und Kies mit grossen Blöcken, von den Engländern „*Till*" genannt. Sie sind unregelmässig geschichtet, enthalten hier und da Säugethierknochen- und Muschelnfragmente. Die Politur und Streifung der eingeschlossenen Blöcke erinnert an die Beschaffenheit jener Blöcke, die man in den Alpen *unter* den Gletschern hervorkommen sieht, nachdem sie dort von dem Eis bearbeitet worden sind. Ueber diesen Haufwerken liegen in den Hochthälern an vielen Stellen Schuttwälle, wie Gandecken und Endmorainen gestellt, worin ebenfalls nur abgerundete und geritzte Blöcke vorkommen. Die unregelmässige Schichtung des Tills ist eine Folge der Einwirkung von Schmelzwassern, die beim Rückzug des Eises die Schutthaufen vor den Gletschern, und die Trümmer, welche darunter lagen, durcheinander geworfen und geordnet haben. Eckige Blöcke sieht man nur an der Ostküste; es sind *scandinavische* Blöcke, welche durch *schwimmendes Eis* dahin geführt worden sind.

In einigen Flussmündungen Schottlands, namentlich aber an der Mündung des Clyde, findet sich eine eigenthümliche Ablagerung von Sand und Schlamm, mit vielen Muscheln. Die Muscheln gehören aber nicht denjenigen Arten an, welche jetzt das umgebende Meer bewohnen, sondern auffallenderweise lauter Arten, die in kälteren, nördlicheren Breiten leben, in den Gewässern um Spitzbergen, Grönland, Island. Diese Ablagerung, welche zum Till gezählt wird und offenbar das Alter dieser erratischen Bildung hat, gibt durch den Einschluss von Muscheln des arktischen Meeres zu erkennen, dass zur Zeit der Verbreitung der Findlinge in Schottland eine Temperatur herrschte, welche mit derjenigen des heutigen Polarmeeres übereinstimmte *).

*) Agassiz über die Beweise der früheren Existenz der Gletscher in Britanien. Athenaeum 1840, Nr. 682. — Buckland ebendaselbst, Nr.

In *Nordamerica* ist das erratische Gebilde ebenfalls weithin verbreitet. In der Umgegend von Boston liegen, wie in den niedrigen Gegenden Schwedens und Norwegens, auf Granit-, Gneis- und Glimmerschiefer-Felsen mit abgeriebener und, zuweilen geradlinig parallel, gefurchter Oberfläche, Sand- und Grushügel mit eingeschlossenen grösseren Blöcken, die abgerundet, aus weiter Ferne herbeigeführt und auch auf der Oberfläche der Hügel umhergestreut sind. Manche dieser abgerundeten Blöcke zeigen eine flache, gestreifte oder gefurchte Seite, als wenn sie, in Eismassen eingefroren, mit diesen über einen Felsenboden fortgeschoben worden wären. Aehnliches zeigt sich zu Hampden, unfern Newhaven, wo auch auf dem Gipfel eines Sandsteinhügels ein Findlingsblock von Grünstein liegt, der 100 Fuss Umfang hat. Andere grosse Blöcke liegen hier bis zu 1000 Fuss über dem Meere. Die Felsenfläche unter den Sand- und Grusmassen ist allenthalben gefurcht. Long-Island bei New-York, eine niedrige Gneisinsel, ist ganz von einer mächtigen erratischen Bildung bedeckt und zugleich der südlichste Punkt, bis zu welchem grosse Findlinge in beträchtlicher Anzahl gewandert sind. Die Ablagerung ist bis 30 Fuss mächtig, unregelmässig geschichtet und besteht zu unterst aus rothem Thon mit Geröllen von rothem Sandstein und von Trapp, offenbar ein Rest der zerstörten Sandsteinformation von New-Jersey. Darüber liegen die Sand- und Grusmassen mit Geröllen und Blöcken, von denen einzelne über 600 Cubikfuss messen. Diese Schutt- und Geröllmassen scheinen, wie diejenigen im Districte des Erie- und Ontariosees, während einer allmähligen Senkung des Landes abgelagert worden zu sein. Beim Südtheil der Stadt Brooklyn auf Long-Island sieht man die oberen Schichten der erratischen Bildung, die hier aus Lagen von Thon, Sand und Grus bestehen, auf einer Seite gefaltet und zusammengedrückt, wie durch einen starken Seitendruck. Die darunter liegenden Schichten sind horizontal geblieben. Aehnliche Erscheinungen hat man auch in Schottland und an mehreren Stellen Nordeuropas gemacht. Sie lassen sich wohl am einfachsten dadurch erklären, dass man annimmt, der Druck sei durch strandende Eisberge oder Eisschemel bewirkt worden.

683. — Lyell ebendaselbst, Nr. 648 und daraus im Jahrb. f. Mineralogie 1841, S. 807—810.

Es ist bekannt, wie diese, wenn sie auf den Grund stossen, grosse Wälle von Sand und Grus vor sich her schieben und dabei die obersten Lager des Meeresbodens in ihrer Stellung bedeutend verändern, während die tieferen Schichten unverändert bleiben.

Auf der Insel Marthas Vineyard, an der Südküste von Massachusetts, ist das tertiaere (miocene) Thon- und Sandgebilde hoch von einer Geröllmasse bedeckt, in welcher grosse Findlinge von Granit liegen, oft von 20 bis 30 Fuss Durchmesser, welche aus einer nördlicheren Gegend abstammen, wahrscheinlich aus den Bergen von New-Hampshire.

Die parallel hinter einander hinziehenden Rücken von Sand und Kies, die in terassenartiger Aufeinanderfolge über der Fläche des Ontariosees und zwischen diesem und dem Simcoesee, so wie auf dem Tafellande zwischen dem Ontario- und Eriesee liegen *), von 10 bis über 60 Fuss Höhe, aus Thon, Sand und Kies zusammengesetzt, geben sich als alte Strandbildungen und Sandbänke an der Meeresküste zu erkennen. Zur Zeit der vielfältig nachgewiesenen Senkung des Landes stand ein grosser Theil von Nordamerica unter Meeresbedeckung. Die auf einander folgenden Wälle wurden am Ufer des Meeres gebildet, dessen Niveau im Verhältniss zu demjenigen des Landes sich fortwährend veränderte, während die Hebung desselben erfolgte und der Continent nach und nach wieder aus dem Wasser emporstieg. Unterbrechungen der Hebungsbewegung während welcher die Küste längere Zeit hindurch in der gleichen Stellung gegen das Meer verblieb, hatten die stufenweisen Ablagerungen zur Folge. Die vielen Findlingsblöcke, welche am Fusse der Wälle und zum Theil auch einzeln zerstreut auf dem Gipfel derselben liegen, stammen aus nördlichen Gegenden ab und können wohl nur durch schwimmendes Eis herbeigeführt sein.

In Canada ist im Thal des St. Lorenzflusses eine 20 bis 40 Fuss mächtige, häufig geschichtete Geschiebeformation abgelagert **), deren Hauptmasse aus Thon, Sand und Kies besteht. Die Geschiebe liegen meistens an der Oberfläche oder derselben nahe; an einigen Stellen hat man sie aber auch bis

*) Lyell, Reisen in Nordamerica.

**) Lyell, Reisen in Nordamerica, Cap. 22.

zu einer Tiefe von 30 Fuss in Thon und Sand eingebettet gefunden. Die Gesteine, worauf die Ablagerung ruht, Granit, Sandstein und Kalkstein, zeigen abgerundete Formen, abgeriebene, geglättete und gefurchte Oberflächen. Organische Reste sieht man darin nicht eher, als man Montreal erreicht und den Berg, der 740 Fuss über die Fläche des Thales sich erhebend, gerade da steht, wo die Flussthäler des Ottawa und des St. Lorenz zusammentreffen. Hier liegen zahlreiche Muscheln des arktischen Meeres in dem Gebilde bis zur Höhe von 520 Fuss über dem Fluss oder 540 Fuss über dem jetzigen Meeresspiegel. (S. 504, 512 und 513.) Die grösseren Blöcke, welche mit den Muscheln gefunden werden, liegen in der Art zerstreut, als wenn sie von schwimmenden Eismassen herab auf den Grund eines Meeres niedergefallen wären, in welchem die Muscheln lebten und starben. Die aufrechte Stellung, in welcher sich manche derselben befinden, beweisst, dass sie einst hier auf einem Meeresgrunde gelebt und ihren natürlichen Wohnort hier gehabt haben. (S. 673). Im Ottawathal hat man in einer Thonconcretion das vollständige Skelett eines fossilen Fisches gefunden, der dem heute in den grönländischen Meeren lebenden Mallotus villosus Ag. am nächsten steht.

Alle diese Verhältnisse, denen sich noch beigesellt, dass die Blöcke den Gesteinen entfernter nördlicher Gegenden angehören und in der Richtung des Ontario- und Eriesees südlich fortliegen bis Cincinnati, lassen sich nur durch den Einfluss der Eiszeit erklären. Einst, als diese Landestheile *gesenkt* waren und sich in mässiger Tiefe unter dem Meeresspiegel befanden, ein kälteres Klima an den damaligen Küsten und ein kälteres Meer über dem gesenkten Felsenboden war, lebte auf demselben eine arktische Fauna. Grosse schwimmende Eismassen, mit Schutt und Steinen beladen, trieben vom Norden herab, längs der Küsten hin und über das seichte Meer an denselben. Wo sie dabei den Grund berührten, da wurde der Felsenboden abgerieben, geglättet und gefurcht, indem der enorme Druck ihrer Massen die eingefrorenen Steine über die Flächen mit der Wirkung eines Meissels hinführte. Durch den Wellenschlag wurden Sand, Thon und Kies längs der Küsten über dem gefurchten Felsenboden abgelagert und darauf lebten Muscheln des nordischen Meeres. Da und dort fielen grosse und kleine Blöcke, die in die Eisberge eingefroren gewesen waren,

auf den Grund des Meeres nieder, wo sie gerade aus dem schmelzenden Eis sich ablösten. Bei der merkwürdigen Beständigkeit und Gleichförmigkeit der Bewegung, welche die Eisberge zeigen *), und der bekannten Strömung aus dem Polarmeer und aus der Hudsonsbay gegen die Küsten von Nordamerica, mussten die Furchen im Allgemeinen von N.O.-S.W. gezogen werden, wie man im St. Lorenzthal, im Thal von St. Davids und in dem Thale des Champlainsees ihre Richtung sieht, und in derselben wurden auch die Findlinge südwärts fortgeführt, so weit das Land unter dem Spiegel des Meeres stand. Während dieser Periode wurde die ganze unter Wasser stehende Landfläche mit Sand, Thon und Kies bedeckt und erfolgte die Auffüllung der Felsenthäler mit diesen lockeren Massen. Endlich trat die *Hebungsperiode* ein und das Land stieg, mit Pausen des Stillstandes, allmählig wieder aus dem Meere empor. Dabei wurden die Wälle über den canadischen Seen gebildet (S. 798) und einzelne ausgefüllte Thäler, wie das von St. Davids, wieder theilweise ausgehöhlt **).

In Südamerica hat Ch. Darwin die Verbreitung erratischer Blöcke und Ablagerungen von geschichtetem „*Till*" in Patagonien, im Feuerland und an der Magellanstrasse, so wie auf der Insel Chiloë ***) beobachtet. In Patagonien liegen Till und eckige Blöcke vom Fuss der Cordillere an, durch die weite offene Ebene, welche der Rio Sta. Cruz durchfliesst, bis in die Nähe der Meeresküste, deren Felsen noch 800 Fuss Höhe haben. Da, wo das Thal des St. Cruz in der Nähe der Cordillere sich zu einer Ebene erweitert, in 440 Fuss Seehöhe, liegen Seeconchylien lebender Arten in dem Till und in Küstenterassen. Um diese Ebene und zwischen ihr und der grossen allgemeinen Hochebene liegt eine andere in 800 Fuss Seehöhe, die gleichfalls mit Till und grossen Blöcken bedeckt ist. Die Blöcke

*) Vergleiche hierüber die Abhandlung von John L. Hayes, im Boston Journal of Natural History 1844.

**) Lyell, Reisen in Nordamerica, Cap. 20, und Mather über zerstreute Blöcke und Geschiebe des Nordamericanischen Diluviallandes, und Discussionen hierüber von Rogers, Locke und Jackson, in dem Bericht über die Assoc. of Americ. Geolog. 1841; im Jahrb. für Mineralogie 1842, S. 245.

***) Darwin, im Lond. Edinb. Philos. Mag. 1841 und im Jahrb. f. Mineralogie 1843, S. 741.

Lith. 435 h

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE

zum Gebrauche

BEI SEINEN VORLESUNGEN

und zum

SELBSTSTUDIUM

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden

entworfen von

Dr. Friedr. Aug. Walchner,

Grossherzoglichem Bergrathe, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Mit Steindrucktafeln und Holzschnitten.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

Sechste Lieferung.

Karlsruhe,

Druck und Verlag von Christian Theodor Groos.

1850.

sind Findlinge; sie bestehen aus Granit, Syenit und Conglomeraten, die auf der allgemeinen Hochebene nicht vorkommen. Auf den Ebenen des Feuerlandes und zu beiden Seiten der Magellansstrasse liegt das gleiche Gebilde; auch die hier vorkommenden Blöcke stammen aus der Ferne ab, und wahrscheinlich, wie die Patagonischen, von Bergen, die im W. und S.W. liegen. Da gegenwärtig Strömungen um *Cap Horn* gehen, die aus W. kommen, so mögen die Seeströmungen in früherer Zeit dieselbe Richtung gehabt und die Trümmer und Blöcke von westlichen Bergen herbeigeführt haben. Auf Chiloë, wo das Land an der Ostseite Stufenebenen bildet, sind diese mit geschichteten Steintrümmern bedeckt, worin einzelne grössere Blöcke vorkommen. Solche liegen auch an den Küsten und auf dem Strande und sind ohne Zweifel aus der Geschiebeablagerung ausgewaschen. Am Nordende der Insel liegen Granit- und Syenitblöcke durch einander. Auf dem gegenüberliegenden Festlande setzen diese Gesteine ganze Berge zusammen. Die mehrsten dieser Blöcke sind scharfkantig. In der südlichen Hälfte von Chiloë und auf einer der *Chonos*-Inseln fand Darwin eine dem Till der Magellansstrasse ähnliche Schicht und in einer darüber gelagerten Schicht losen Sandes eine Menge zertrümmerter Seeconchylien. Auch auf Chiloë fand er *Cytherea*-Trümmer im Till. Hoch über dem Niveau der Blockablagerung liegt an der Halbinsel Lacuy in 350 Fuss Seehöhe eine ausgedehnte Ablagerung von Seeconchylien lebender Arten. Die Conchylien sind solche, die nicht im tiefen Wasser leben. Das Land war also erst zur Zeit, als die gegenwärtige Meeresfauna schon lebte, in mässige Tiefe unter das Meer gesenkt. Die Blöcke wurden durch treibende Eismassen hergebracht. Darwin sah, wie in dem Beagle- und dem Magdalenencanal, kurze Gletscher von den schneebedeckten Höhen bis zum Strande reichen und hier mit niederen senkrechten Eiswänden aufhören, von welchen beständig und mit weit hörbarem Getöse grosse Massen abbrechen. Die Gletscher im Beaglecanal sind von einer Landzunge und von vielen über die benachbarte Küste zerstreuten Blöcken begrenzt. Derjenige, dem Darwin am nächsten gekommen ist, liegt im Hintergrunde einer Bucht, die einerseits von einer Glimmerschieferwand, andererseits von einem breiten, 50 bis 60 Fuss hohen Vorgebirge umgeben ist, das ganz aus ungeheuren, über einander gehäuften Granitmas-

sen gebildet wird. Sie sind mit alten Stämmen bewachsen und scheinen eine alte Seitenmoraine des einstens grösseren Gletschers zu sein.

Die Niederschläge von Thon und die Ablagerungen geschichteter Gerölle wurden unter dem Meere gebildet und durch strandende Eisberge mehrfältig aus ihrer natürlichen Lage gebracht.

Nordwärts von 41° 47′ S. Breite und auf der Atlantischen Seite nordwärts der Magellansstrasse fand Darwin keine erratischen Blöcke mehr, die nach seinen Wahrnehmungen auch die Verbreitung des Till angeben. Längs des Theils der Anden, der im heissen Klima liegt, kommen keine erratischen Blöcke vor und nach den Beobachtungen von Boyle auch nicht im Himalaya-Gebiet des nördlichen Indiens. Ebenso fehlen sie nach A. Smith im Inneren Africas und zwischen dem 35° und dem Wendekreise, und nach den Beobachtungen mehrerer Reisenden im ganzen Aequatorialgebiet. Es kommen überhaupt in allen Ländern, deren durch die geographische Lage bedingtes Klima das Vordringen des Eises abhält, keine erratischen Blöcke vor; dagegen werden sie von den Wendekreisen gegen die Pole hin mit zunehmender Breite immer häufiger. Im Sedimentgebirge, von den Tertiaerschichten abwärts, erscheint keinerlei Anzeige von erratischen Blöcken. Die Trümmer der geschichteten Conglomerate und Breccien stammen aus den näheren Umgebungen, nicht aus weiter Ferne ab; ihr Nebeneinanderliegen in gleicher Ebene ist sehr verschieden von der gruppenweisen Uebereinanderhäufung der Findlingsblöcke. Die Ursachen einer Blockwanderung sind in den früheren geologischen Perioden nicht vorhanden gewesen und konnten nicht vorhanden sein, so lange bei höherer Erdwärme keine *klimatischen Unterschiede*, keine Temperaturzonen bestanden. Erst nach der Tertiaerzeit war die Erde an der Oberfläche so weit abgekühlt, dass die Sonnenwirkung darauf eintrat und damit waren auch die klimatischen Verhältnisse gegeben. Senkungen der Nord- und Südtheile der Continente hatten das Herantreiben von schuttbeladenen und mit Blöcken befrachteten Eismassen im Gefolge, die durch Strömungen des Meeres nach wärmeren Gegenden geführt, hier durch die Sonnenwärme schmolzen, ihre Ladung auf das untergetauchte Land fallen liessen, oder am Ufer desselben strandend, sie dort absetzten.

Wo das erratische Phänomen in Gegenden auftritt, die, ob-

wohl ausserhalb der Wendekreise gelegen, keine Anzeigen wahrnehmen lassen, dass sie einst unter den Meeresspiegel gesenkt waren; die keine Gestaltung besitzen, vermöge welcher sich annehmen liesse, dass sie in früherer Zeit vergletschert gewesen seien: da kann der Transport der Trümmer nicht durch Eis bewirkt worden sein. Solche Gegenden sind grosse *Ebenen* in weiter Entfernung von Gebirgen, *Thäler*, die sich durch *ebenes Land* fortziehen: die Ebenen von München, die Ebene von Crau im Dep. der Rhonemündungen, die Sandebenen von Rouen, die Ebene von Lastos, die Ebene, in welche das Bett des Ain unterhalb Champagnole im Juradep. eingegraben ist, u. m. a. gehören in diese Kategorie. In diese können nur *Wasserfluthen* die Blöcke transportirt und verbreitet haben. Die Sandebenen von Rouen sind mit den allerverschiedenartigsten Trümmern überschüttet, die nur durch die von allen Seiten hier zusammenströmenden Gewässer können transportirt und abgesetzt worden sein *). *Diluvial-Fluthen,* wie man die ungeheuern Wasserströme nennt, die in den bezeichneten Gegenden wohl nur allein die Ursache des dort auftretenden erratischen Phänomens sein können, sind eine natürliche Folge der vorausgegangenen Eiszeit, während welcher nicht nur ungeheure Eismassen gebildet, sondern auch unermessliche Schneemengen abgesetzt wurden. Kamen diese auch nur theilweise zum schnelleren Einschmelzen, so entstanden Wasserströme, die aus den Thälern herausstürzend, sich über die Niederungen mit unwiderstehlicher Gewalt fortwälzten **), von solcher Grösse und Wirkung, dass wir den Transport von Schutt- und Blockmassen ihnen wohl zuschreiben können. Was brachte aber die Schnee- und Eismassen zum schnelleren Einschmelzen?

*) Elie de Beaumont, Note relative à l'une des causes présumables des Phénomènes erratiques. Extrait du Bulletin de la Société géologique de France, 2e. série, t. IV. 1847.

**) Elie de Beaumont am a. O. p. 21: „Lorsqu'on attribue les phénomènes diluviens à des grandes pluies, on est obligé de supposer, que toute la quantité d'eau, qui y a été dépensée, est tombée en très peu de jours; mais lorsqu'on les attribue à une fonte de neiges, on peut concevoir que toutes les ueiges d'un hiver et même, en partie, celles de plusieurs hivers consécutifs y aient été employées. Le recours à la neige réduit à son *minimum* la difficulté de concevoir comment la quantité d'eau nécessaire aux courans diluviens a pu se trouver réuni à la naissance des vallées."

Elie de Beaumont ist der Ansicht, dass *Wasserdämpfe* es bewirkt haben, die in der Zeit der jüngsten Gebirgserhebungen aus dem Erdinnern hervorgetreten seien *). *Saure* und *salzige*, damit gleichzeitig herausgedrungene *Stoffe* hätten das rasche Schmelzen noch mehr befördert. Da die Existenz einer einstigen *Eiszeit* bewiesen und sowohl die Ursache derselben, als des späteren Schmelzens der ausgedehnten Eis- und Schneemassen bekannt ist, so fällt damit auch jeder Grund hinweg, uns nach einer anderen Erklärung der Bildungsweise von Diluvialströmen umzusehen, als nach jener, die uns die Kenntniss der Erscheinungen der Eiszeit und einer darauf folgenden Zeit eines milderen Klimas an die Hand gibt. Wenn in der gegenwärtigen Zeit jedes Thauwetter im Hochgebirge, das mit einem warmen, mit Wasserdämpfen gesättigten Winde eintritt, die Giessbäche und Waldströme zu tobenden Fluthen macht **), so können die gleichen Ursachen, nach dem Eintritt des milderen Klimas, denen sich noch die allerstärksten Regenfälle beigesellten, durch ihre Einwirkung auf die unermesslichen Schnee- und Eismassen einzelner Gegenden, Wasserfluthen erzeugt haben, die im Flachlande zusammenkommend, zu ungeheurer Grösse anwuchsen. Von diesen können Sand, Thon, Schutt und *kleinere* Blöcke durch *Niederungen* und *Thäler* des *Flachlandes* weithin getragen und verbreitet worden sein.

Die Grösse der Blöcke, welche in solchen Gegenden als Findlinge vorkommen, ist sehr verschieden von der colossalen Grösse der erratischen Blöcke im Becken der Rhone, des Rheins, in den Niederungen der Mark Brandenburg und in den sarmmatischen Ebenen, wo ihr Transport durch Gletscher oder durch schwimmendes Eis bewerkstelligt worden ist. In der Münchner Ebene machen kleine abgerundete Steine, dort „Schotter"

*) A. a. O. p. 22: „Je ne vois pas ce qui empêcherait de supposer, qu'à l'époque de l'eruption des ophites, des vapeurs se sont dégagées pendant long temps du sein de la terre; que les vapeurs ont couvert les montagnes de quantités immenses de neige; mais qu'à plusieurs reprises de bouffées plus considérables et subites de vapeurs aqueuses, acides et salines, ont liquéfié les neiges accumulées."

**) Surell, études sur les torrents des Hautes-Alpes; Comptes rendus 1842, t. XIV.

Scipion Gras, considérations sur les anciens lits de dejection de torrens des Alpes et sur leurs liaisons avec le phénomène erratique. Ann. des Mines 1848, t. XIV.

genannt, die Hauptmasse der Ablagerung aus, in welcher die Kalkarten der nächsten Alpenthäler vorwalten, die von allen Seiten her dahin zusammengeführt worden sind. Die *Bayerischen* Hochflächen am *Lech*, an der *Isar* und am *Inn*, mit zahlreichen flachen Seen und Sümpfen bedeckt, deren ehemals grössere Ausdehnung durch die Ablagerung der Diluvialmassen beschränkt worden ist, sind durchaus mit den Absätzen der Diluvialfluthen überschüttet. Ihre Mächtigkeit lässt sich an zahlreichen Stellen in den eingeschnittenen Rinnsalen der Flüsse wahrnehmen. Ganz besonders eignet sich dazu die Umgegend von *Wasserburg* am Inn.

In den sandigen Niederungen um *Rouen* liegen die Trümmer, die vom Morvan, von der Côte d'Or, von den Ardennen her dort zusammengeführt worden sind *). Sie wurden von den Fluthen unter einander gemengt, von den verschiedensten Localitäten abstammend, durch einander geworfen und in mächtiger Ablagerung abgesetzt.

Während den höchsten Fluthen haben die Flüsse der gegenwärtigen Zeit in den Ebenen eine Geschwindigkeit von 4 bis 5 Meter in der Secunde. Bei den Giessbächen und Waldströmen der Alpen nimmt Surell **) in der Zeit des Hochwassers, wenn sie Blöcke von 20 bis 30, ja selbst von 60 Kubikmeter fortwälzen, eine Geschwindigkeit von 14,28 Meter in der Secunde an. Dies ist nahezu die Geschwindigkeit des Sturmwindes, die in der Secunde 15 Meter beträgt. Diese können wir für die Diluvialfluthen der *Ebenen* nicht annehmen. Die kleineren Dimensionen der Blöcke widerstreiten einer solchen auf's Höchste angenommenen Geschwindigkeit. Wir müssen aber in Betrachtung ziehen, dass die Diluvialfluthen schuttbeladen waren, dass sie als Schlammströme zu betrachten sind, die schwerere Körper zu tragen und fortzubewegen im Stande waren,

*) Elie de Beaumont, note relative à l'une des causes présumables des phénomènes erratiques: „Des débris erratiques de toutes les provenances que je viens de désigner (die oben bezeichneten Gegenden) se trouvent réunis ensemble dans les sablières de Rouen et de toutes les hypothèses proposées pour expliquer leur transport et leur mélange, celle de grands courants parcourant simultanément toutes les vallées dont les eaux affluent à Rouen, est la seule qui puisse mériter un examen sérieux."

**) Surell, Études sur les torrents des Haut-Alpes, p. 250.

als die getrübten Wasser der Fluthzeit unserer heutigen Ströme. Man überschätzt indessen gar leicht die Wirkungsgrösse strömender Gewässer. Bei der oft citirten *Bagne-Fluth* im Jahr 1818 (S. 612) kam nach Escher's Schätzung auf *drei* Theile Schutt und Trümmer nur *ein* Raumtheil Wasser. Sie hatte eine Geschwindigkeit von 11 Meter in der Secunde. Dessen ungeachtet hat sie nach Studer *) keinen einzigen etwas beträchtlichen Block aus dem *Bagne-Thal* bis nach *Martigny* herabzubringen vermocht, sondern nur Granitblöcke, die am Ausgange des *Dranse*-Thales, eine Viertelstunde oberhalb *Martigny*, eine ältere Schuttmasse bilden. Die mächtigen Blöcke von festem Chloritgestein, die in grosser Menge das mittlere Bagnethal bedecken, hat diese, etwa eine Stunde oberhalb ausgebrochene, mit voller Kraft wirkende Fluth, liegen lassen und ist darüber hingegangen. Sand, Grus, Kies, kleinere Blöcke, die man in Niederungen und in den Thälern derselben überall abgelagert sieht, Schuttmassen, welche die Ebenen bedecken; alle diese Ablagerungen, deren Trümmer die Abrundung der Rollsteine zeigen, sind durch Fluthen abgesetzt worden. Ihr Wasser ist aus schmelzenden Eis- und Schneemassen der Gebirge entstanden und in jenen tiefer gelegenen Gegenden zusammengelaufen.

Knochenhöhlen.

Syn. Cavernes à ossemens.

Höhlen im festen Gesteine, im Inneren der Erde, eine an die andere gereiht, glänzend ausgeschmückt durch Tropfsteine von allen möglichen Gestalten, verbunden mit einander durch enge Oeffnungen oder Canäle, durch welche ein Mensch oft nur mit Mühe durchkriechen kann; diese Höhlen gehören zu den merkwürdigsten geognostischen Erscheinungen. Lange ehe sie Gegenstand der Untersuchung des Naturforschers wurden, waren sie bekannt unter dem Volke, und berühmt der Wunder wegen, in welche sich im Volksmunde die natürlichen Merkwürdigkeiten derselben verwandelt hatten. Das Interesse an diesen Höhlen wird noch gesteigert durch eine ungeheure Menge von Knochen grosser und kleiner Thiere, die sie enthalten. Diese Knochen waren seit lange her unter dem Namen

*) Jahrb. f. Mineralogie 1841, S. 676.

fossiles Einhorn (Unicornu fossilis), der grossen Heilkräfte wegen, bekannt, die man ihnen beilegte. Ein nicht unbedeutender Handelsartikel, waren sie in jeder Apotheke zu finden. Leider sind die Höhlen, worin man zuerst Knochen gefunden hat, daran jetzt beinahe ganz erschöpft; so viel wurden zum Verkaufe in Apotheken verschleppt. Doch hat unstreitig die Begierde, womit man sie aufsuchte, viel zur näheren Kenntniss derselben und zu neuen Entdeckungen weiterer Höhlen beigetragen.

Die Höhlen sind buchtige unterirdische Vertiefungen, welche in ihrer Erstreckung zahlreiche Erweiterungen und Verengerungen darbieten, deren niemals parallele Wände oft wie abgenutzt, selbst wie angefressen erscheinen durch den Strom einer corrodirenden Flüssigkeit; nicht selten aber zeigen die Felsen auch ein frisches Ansehen und die ursprüngliche Schärfe der Kanten und Ecken. Sie liegen bald in der Nähe des Gipfels der Berge oder auf Plateaus, und haben dann gewöhnlich eine senkrechte Haupterstreckung, so dass sie den Namen eines Schachts (puit) verdienen; bald ziehen sie sich vom Fusse oder von den Seiten eines Berges ins Innere, und fast immer, indem sie sich nach abwärts senken. Selten sieht man die fast durchgehends kalkigen Wandungen der Höhlen ganz entblösst. Der Boden ist in der Regel mit erdigen, lose zusammenhängenden, zuweilen mit ganz lockeren Substanzen bedeckt, die mit Bruchstücken von Gesteinen und oft mit Knochen gemengt sind, welche dann zu unterst liegen. Die Seitenwände aber und die eben beschriebene Bodendecke sind mit einer mehr oder weniger dicken Kalksinter-Kruste überzogen.

Die Beschaffenheit der Wandungen, der Kalksinter und das knochenführende, breccienartige Gebilde der Höhlen, stellen zusammen eine merkwürdige Analogie zwischen diesen und den Knochenbreccien her, eine Analogie, welche auch durch die Uebereinstimmung der organischen Reste vervollständigt wird.

Es ist klar, dass die eigentliche Bildung der Höhlen einer frühern Zeit angehört, als ihre Ausfüllung, und dass bei beiden verschiedene Ursachen gewirkt haben; die Ablagerung des Kalksinters endlich, die das Gewölbe, die Wände und die Sohle überzieht, ist als das jüngste Erzeugniss zu betrachten, dessen Bildung in vielen Höhlen jetzt noch fortdauert.

Die knochenführende Masse, welche den Boden der Höhlen

bedeckt, besteht gewöhnlich aus einem thonig-mergeligen und sandigen Letten, welcher zuweilen von thierischer Materie durchdrungen ist, und ungefähr gleichförmig vertheilt, Geschiebe, eckige Steinbrocken, Grand und Thierknochen einschliesst, die häufiger Fleischfressern als Kräuterfressern angehören. Die Knochen, welche immer von einander getrennt sind, kommen nicht alle in gleicher Anzahl vor; $^{9}/_{12}$ sind von Bären, $^{2}/_{12}$ von Hyänen, das letzte Zwölftel besteht aus den Knochen der übrigen Thiere.

Knochen von Elephanten, Rhinocerossen, Pferden, Ochsen, Hirschen, Tapiren, so häufig in den Thon-, Kies- und Mergelmassen des Diluviums, sind in den Höhlen ziemlich selten, und wohl von Raubthieren dahin geschleppt worden; dagegen erscheinen die *Fleischfresser* hier überwiegend. Da sich indessen die Pachydermen und Grasfresser nicht absolut ausschliessen, so darf, wie H. Cuvier gezeigt hat, angenommen werden, dass sie gleichzeitig in demselben Lande gelebt haben. Die Raubthiere jener Zeit haben sich gegenseitig mit grosser Wuth verfolgt und bekämpft. Es waren *Löwen*, *Hyänen*, *Tiger*, *Panther*, *Füchse* und *Bären*. Das gefährlichste Raubthier scheint ein grosser *Bär* gewesen zu sein, um dessen Reste herum öfters ganze Haufen anderer Thiere liegen. Blumenbach hat ihn *Höhlenbär, Ursus spelaeus*, genannt. Er war $^{1}/_{5}$ grösser, als der grösste jetzt lebende Landbär, hatte eine gewölbte Stirne und sehr starke Eckzähne. Ganze Skelette findet man nie; die Knochen liegen einzeln und zerstreut. Sie sind häufig gebrochen, selten durch Rollung abgerieben, und immer nur auf einer Seite, was anzeigt, dass sie auf ihrer Lagerstätte der abreibenden Kraft ausgesetzt gewesen sind. Manche erscheinen wie durch Zähne von Fleischfressern gebrochen und benagt. Man hat auch einen Hyänenschädel gefunden, an dem deutlich eine geheilte Wunde zu sehen ist. Die Gesteintrümmer, die eckigen wie die abgerundeten, sind ohne Ordnung mit den Knochen in der allgemeinen Masse vermengt.

Diese Masse, eine wahre Knochenbreccie, füllt immer die Vertiefungen des Bodens der Höhlen aus, und nimmt durchgehends die tiefsten Stellen derselben ein. Ihre Oberfläche ist im Allgemeinen horizontal, was ihr das Ansehen eines dicken Niederschlags gibt, der sich aus einer Flüssigkeit abgesetzt hat, die ihn suspendirt hielt, und, als sie in die Höhle eintrat, alle Vertiefungen des unteren Theiles derselben ausfüllte. Nichts

desto weniger bemerkt man zuweilen auf dem wagrechten Boden der Höhle starke Haufen von eckigen Kalkstücken, durch ein thoniges Bindemittel vereinigt, der Lettenmasse ähnlich, die gemeiniglich die Sohle bedeckt, von Kalksinter überzogen und auf's Neue verkittet, in welchen viele Knochen liegen. Solche Haufen können durch Oeffnungen in die Höhle gefallen sein, welche von ihrem Gewölbe bis zu Tage ausgehen; derlei Oeffnungen sieht man zuweilen.

Ausser dem Verluste an organischer Materie hat die Zusammensetzung der Knochen wenig Veränderungen erlitten. Was man bei den Knochen der in Spalten abgesetzten Knochenbreccie häufig sieht, dass sie nämlich von Kalksinter überkleidet sind, der öfters sogar die Knochensubstanz durchdringt; das kommt bei den Höhlenknochen selten vor.

Was die Kalksteine betrifft, in welchen Höhlen vorkommen, so gehören sie sehr verschiedenen Formationen an; doch umschliessen die jüngeren Kalkformationen ungleich mehr Höhlen als die älteren, und viele von ihnen liegen im Dolomite.

Den deutschen Naturforschern gebührt das Verdienst, ihre Aufmerksamkeit *zuerst* diesem jetzt so interessanten Gegenstande zugewendet, und die *Höhlen*, diese merkwürdige Schaubühne der Archäologie unseres Planeten, allseitig und genauer untersucht zu haben. Der grosse Leibnitz gab in seiner *Protogaea* mit scharfen Zügen das erste gute Bild von einigen der wichtigsten Höhlen unseres Vaterlandes; Soemmering aber und der hellsehende Naturforscher Blumenbach haben die organischen Ueberreste dieser Höhlen zuerst nach den Grundsätzen einer wissenschaftlichen Anatomie verglichen und bestimmt. Cuvier *) war es aber vorbehalten, die Fundamente des neuen Baues zu erweitern, und auf sicheren Grundpfeilern ein Gebäude zu errichten, dessen grosser Styl uns überrascht, und das in allen Theilen den schaffenden Geist durchblicken lässt, der sich neue Bahnen bricht.

Die *Baumannshöhle* bei Blankenburg am Harz ist am frühesten berühmt geworden. Sie besteht aus sechs Kammern, die durch enge Canäle mit einander in Verbindung stehen, und eine Länge von beiläufig 700 Fuss haben. Die Weite der Kammern beträgt 20 bis 200 Fuss, ihre grösste Höhe 30 Fuss. Der

*) Recherches sur les ossemens fossiles, Paris.

grösste Theil der gefundenen Knochen gehört der Bärengattung an. Nicht sehr weit von dieser liegt die beinahe ebenso berühmte *Scharzfelser* Höhle, oder *Einhornshöhle.* Die Knochen, welche hier gefunden worden sind, gehören zu den Gattungen der Bären, Hyänen und des Tigers oder Löwen. Nach den deutschen Höhlen wurden zunächst die Höhlen Ungarns bekannt. Sie liegen auf dem südlichen Abfall der Karpathen, in der Grafschaft Liptow, und heissen im Lande *Drachenhöhlen.*

Die merkwürdigste unter den Höhlen Deutschlands ist die von *Gaylenreuth* in Franken. Sie besteht aus sechs Kammern, die durch Canäle zusammenhängen und ungefähr einen Halbkreis beschreiben. Buckland hat sie in seinem classischen Werke „*Reliquiae diluvianae*" nach an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen beschrieben. Ihr Eingang ist in einen senkrechten Felsen gebrochen, $7^1/_2$ Fuss hoch und nach Morgen gerichtet; die erste Kammer wendet sich rechts und ist 80 Fuss lang. Die ungleiche Höhe ihres Gewölbes theilt sie in vier Theile; die ersten sind 15 bis 20 Fuss hoch, die vierte aber nur 4 bis 5 Fuss. Auf dem Boden derselben befindet sich ein 2 Fuss weites Loch, durch welches man in die zweite Kammer gelangt. Diese erstreckt sich nach Süden, in einer Länge von 70 Fuss, und wird nach und nach niedriger bis zu 5 Fuss. Der Durchgang zur dritten Kammer führt durch mehrere Canäle. Die Kammer hat 30 Fuss Durchmesser bei 5 bis 6 Fuss Höhe. Der Boden steckt voller Zähne und Kiefer. Am Eingange derselben befindet sich ein Schlund von 15 bis 20 Fuss, in welchen man mit einer Leiter hinabsteigt. Alsdann kommt man in ein Gewölbe von 15 Fuss Durchmesser und 30 Fuss Höhe, und nach der Seite hin, an welcher man herabgestiegen, in eine Kammer, welche ganz mit Knochen überstreut ist. Steigt man noch weiter hinab, so trifft man einen Bogengang, welcher zu einer 40 Fuss langen Kammer führt, und zu einem neuen Schlund von 18 bis 20 Fuss Tiefe. Wenn man auch darin hinuntergestiegen ist, so gelangt man in eine 40 Fuss hohe, ganz mit Knochen besäete Höhle. Ein Durchgang von 5 Fuss Weite führt in eine Kammer von 25 Fuss Länge und 12 Fuss Breite. Canäle von 20 Fuss Länge führen in eine andere Kammer von 20 Fuss Höhe, und endlich ist noch eine vorhanden von 83 Fuss Länge und 24 Fuss Höhe, welche von allen die meisten Knochen enthält. Eine Spalte in der dritten Kammer

hat 1784 zur Entdeckung einer neuen Kammer von 15 Fuss Länge und 4 Fuss Breite geführt, worin die meisten Hyänen- und Löwenknochen gefunden wurden.

Die Oeffnung war viel zu klein, als dass diese Thiere dadurch hätten hineingelangen können. Ein besonderer Canal, der in diese kleine Kammer ausläuft, hat eine unglaubliche Menge Knochen und grosse ganze Köpfe geliefert. Nach Buckland's Beobachtungen bildet die mit Kalksinter überzogene Gaylenreuther Knochenbreccie ausserordentlich grosse Massen. Die Knochen dieser Höhle sind wohl am besten bekannt, denn ihre Untersuchung beschäftigte lange Zeit die ausgezeichnetsten Naturforscher. Nach Cuvier gehören drei Viertel der Bärengattung an; ausser diesen kommen noch Hyänen, Tiger, Wölfe, Füchse, Vielfrasse und Iltisse oder irgend eine andere verwandte Species vor. Man findet auch, obwohl in geringer Anzahl, Knochen von Kräuterfressern, vorzüglich von Hirschen. Die Menge der bereits aus dieser Höhle hervorgezogenen Knochen ist so gross, dass ihre Zahl den Skeletten von reichlich *Tausend Thieren* entspricht. Von diesen gehören etwa 800 dem Ursus spelaeus Blumenb. an, 70 zwei anderen, ebenfalls ausgestorbenen Bärengattungen, nämlich dem Ursus arctoideus und 10 dem Ursus priscus. Auf den Wolf, Löwen, Vielfrass kommen 130 Individuen und auf die Hyänen (Hyaena spelaea Blumenb.) 25. Die Knochen sind wohl erhalten, nicht abgerieben; dazwischen liegen gerollte Kalksteine und Kiesel.

Franken ist überhaupt reich an Höhlen. In der Gegend von *Gailenreuth* und *Muggendorf* liegen in dem kleinen Thale der *Wisent* und in der nächsten Umgebung 24 Höhlen im *Dolomit* des oberen Jura. Von diesen enthalten nur diejenigen Knochen, welche an südlichen und östlichen Thalwänden liegen; die an den gegenüberstehenden nördlichen und westlichen Gehängen führen keine Knochen, obschon ihre Eingänge weiter und die Gewölbe ausgedehnter sind. Vor allen aber ist, nach Buckland's Ansicht, das *Kühloch* interessant, in der Nähe von Rabenstein, weil diese Höhle weder Lehm noch Geschiebe, sondern nur Knochen und animalische Erde enthält, und daher um so sicherer andeutete, dass die Raubthiere selbst dort gelebt haben, wo ihre Knochen lagen. Es sind Knochen von Bären, Hyänen, Löwen, Füchsen und Rhinocerossen; letztere Thiere wurden wohl als Beute hereingeschleppt.

Merkwürdige Höhlen befinden sich in Deutschland ferner im Kohlenkalk Westphalens. Darin liegen die *Sundwiger* Höhle bei *Iserlohn* und die *Hohlerstein*-Höhle bei Rösenbeck. In der *Sundwiger* Höhle überwiegen die Ueberreste des *Höhlenbären*, *Ursus spelaeus*, die aller übrigen Thiere. Die Knochen zeigen die mannigfaltigsten wieder ausgeheilten Verletzungen und häufig auch eine krankhafte Beschaffenheit. Ph. v. Walther hat diese im Journal der Chirurgie und Augenheilkunde 1825, Bd. VIII. beschrieben. Die *Hyänenreste* (Hyaena spelaea) stehen an Zahl weit nach, und noch geringer ist die Zahl der Reste des *Höhlen-Tigers* (Felis spelaea) *). Die gefundenen Knochen vom *Hund* gehören dem *Canis familiaris fossilis*, unserem Haushunde ähnlich, und dem *Canis spelaeus*, dem *Wolf* an. Ausser diesen hat man von Grasfressern gefunden: *Elephas primigenius*, *Tapirus*, *Rhinoceros tichorinus*, *Cervus elaphus fossilis* und *Cervus eurycerus*, *Equus fossilis*, *Lepus diluvianus*, *Hypudaeus spelaeus* (sehr ähnlich der lebenden Wasser-Wühlmaus, Hyp. amphibius), *Gulo spelaeus*, *Meles antediluvianus*. Von den Knochen dieser Pflanzenfresser sind viele angenagt. Die zahlreichen Thierreste, die man in der Sundwiger Höhle gefunden hat, befinden sich in der Sammlung des H. Sack zu Bonn und zeigen, dass diese Höhle eine der reichsten Fundstätten diluvialer Thiere ist **). Die engeren Durchgangsstellen der Höhle zwischen den weiteren Hallen zeigen abgeriebene und wie geglättete Wände. Aus all diesem lässt sich ableiten, dass die Bären diese Höhlen längere Zeit bewohnt und die Grasfresser als Beute hinein geschafft haben.

Die *Hohlerstein*-Höhle zeichnet sich vor allen anderen deutschen Höhlen dadurch aus, dass sie weit mehr *Hyänen*- als Bärenknochen enthält; überdies findet man in ihr Knochen vom Hirsch, Pferd, Vielfrass und Rhinoceros. Diese Höhle scheint im Gegensatz zu der Sundwiger Höhle längere Zeit vorzugsweise von Hyänen bewohnt gewesen zu sein.

*) Owen hat die Bemerkung gemacht, dass der Schädel der Felis spelaea eine grössere Aehnlichkeit mit demjenigen des lebenden Tigers, als mit dem des Löwen hat. Es ist somit der Name Höhlen-Löwe mit dem Namen Höhlen-Tiger zu vertauschen.

**) Giebel, über die Säugethierknochen aus der Sundwiger Höhle. Jahrb. f. Min. 1849.

Sehr viele Höhlen befinden sich auch im *Schwäbischen Jura;* einige dreissig sind genau bekannt. Erst in der neueren Zeit hat man indessen in der 1833 erstmals geöffneten *Carlshöhle* bei Erpfingen Knochen vom Höhlenbär und vom Vielfrass (*Gulo* spelaeus) gefunden.

In den letzten Jahren wurden auch Knochenhöhlen im *Lahnthal* aufgefunden, die eine grosse Anzahl von Thierspecies enthalten. Im Kalkstein bei *Wetzlar* wurde eine Höhle gefunden, aus welcher bis jetzt *Rhinoceros tichorinus*, *Equus* und *Hyaena spelaea* erhalten wurden. Bei Weilburg hat man an einer Stelle, die vormals eine Höhle im Dolomit gewesen war, gefunden: *Elephas* primigenius, *Rhinoceros* tichorinus, *Wiederkäuer*, die dem *Reh*, dem *Edelhirsch* und dem *Ochsen* angehören, *Ursus spelaeus*, *Felis spelaea*, *Canis spelaeus*, *Hyaena spelaea*.

Die grösste von allen bekannten Höhlen ist die von *Adelsberg* in Krain. Sie besteht aus einer ganzen Reihe von Kammern, und ist zur Stunde noch nicht ihrem ganzen Umfange nach bekannt, indem ein See das weitere Vordringen hindert, wenn man bis zu ihm, von dem Eingang der Höhle an, drei Stunden Wegs in fast gerader Richtung zurückgelegt hat. Ein Fluss, Pinka genannt, verliert sich in die Höhle, bildet wahrscheinlich den unterirdischen See, und fliesst gegen Abend unter dem Namen *Unz* wieder heraus. Im Jahr 1816 kam man durch ein Loch in neue Höhlen, die mit den schönsten Tropfsteingebilden prangen. Ein Theil dieser Höhlen musste indessen schon früher bekannt und auf irgend einem andern Wege zugänglich gewesen sein, denn man findet darin Inschriften mit den Jahrzahlen 1393 und 1676, und selbst ganze menschliche Cadaver, welche hier begraben worden sind. Ungefähr zwei Stunden vom Eingange entdeckte v. Volpi, der Verfasser einer ausführlichen Beschreibung dieser Höhle, Bärenknochen.

In neuerer Zeit ist die Höhle von *Kirkdale* in England durch Buckland's Untersuchungen, des jetzigen Decans der Westminster Abtei zu London, zu einer besonderen Celebrität gelangt. Sie wurde im Sommer 1821 von einem Steinbrucharbeiter entdeckt, der durch Zufall auf eine Oeffnung stiess, welche durch mit Erde und Rasen bedeckten Schutt versperrt war, und liegt in einem jüngeren Kalkstein bei Kirby Moorside in Yorkshire. Die Höhle ist beiläufig 100 Fuss über dem benachbarten Bach erhaben, hat eine Länge von ungefähr 200 Fuss, ist aber nur

an wenigen Orten so hoch, dass man darin aufrecht stehen kann. Ihre Wände sind mit den verschiedenartigsten Tropfsteinen überzogen. Die grösste Anzahl der Knochen gehört einer Hyäne an, und ganz derselben Art, welche man in den deutschen Höhlen gefunden hat. Ueberdies wurden gefunden: Ueberreste vom Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, Wiesel, Elephant, Rhinoceros, Hippopotamus, Pferd, Hasen, Kaninchen, der Ratte, Wasserratte und Maus. Von Wiederkäuern fanden sich der Ochs und einzelne Knochen dreier Arten von Rehen; von Vögeln der Rabe, die Taube, die Schnepfe und eine kleine Entenart. Die Knochenschicht ist ungefähr mit einer fussdicken Schlammlage überdeckt. Die Knochen sind grösstentheils gebrochen, angenagt, und man sieht selbst noch die Spuren der Zähne daran, die sie zerbrochen haben. Neben den Knochen hat man auch Hyänenexcremente (Koprolithe) gefunden.

Die grosse Menge von Hyänenknochen, die in dieser Höhle gefunden wurden, deuten nach Buckland an, dass diese Thiere sich lange darin aufgehalten haben. Der benagte Zustand der Knochen, ja der Umstand, dass die Knochen der Hyänen nicht weniger gebrochen und angenagt sind, als die der anderen Thiere, zeigen ferner an, dass diese urweltlichen Thiere, wie es bei den jetzt noch lebenden Arten der Gattung die Gewohnheit ist, die Knochen ihrer Beute theilweise verschlungen, und selbst die Cadaver ihrer eigenen Species verzehrt haben. Die Hyänen leben, wie die Wölfe, heerdenweise beisamen, und jagen in Gemeinschaft, und so lässt sich auch das Vorkommen grosser Kräuterfresser in einer so engen Höhle, wie die Kirkdaler ist, gut erklären. Diese grossen Thiere sind von den gefrässigen Hyänen todt hineingeschleppt worden. Man kann die Hyänen mit Recht für eigentliche Höhlenbewohner erklären, und hat Ursache, zu vermuthen, dass sie die übrigen grösseren Raubthiere entweder zu bezwingen vermochten *), oder dass sie nur die gefundenen Leichen derselben stückweise als Nahrung in ihre Schlupfwinkel hineingeschafft haben. Wenn nun auch die Zahl der Bärenknochen in den meisten Höhlen unverhältnissmässig gross ist, so darf doch nicht übersehen werden, dass einige wenige Hyänen eine beträchtliche Anzahl grosser Thiere aufzufressen im Stande sind. Auch ist der Fall möglich,

*) Dass die heutigen Hyänen den Löwen überwinden, ist Thatsache.

dass die Bären der Urzeit die ersten Herren dieser Wohnungen waren, dass Löwen sie erlegten, und Hyänen und Wölfe vom Aase aller lebten.

Ein ganz besonderes Interesse haben in neuerer Zeit einige Knochenhöhlen Frankreichs und Belgiens dadurch erregt, dass bei ihrer Untersuchung die Frage: *gibt es fossile Menschenknochen?* auf's Neue zur Sprache kam. Bekanntlich war diese Frage lange Zeit hindurch der Gegenstand fruchtloser Streitigkeiten. Diejenigen, welche das Vorkommen fossiler Menschenknochen vertheidigten, stützten sich auf Scheuchzer's: *Homo diluvii testis*, auf die menschlichen Skelette von Guadeloupe und auf die Menschenknochen, welche man in einem festen Steine bei Marseille gefunden haben wollte. Aber Cuvier zeigte, dass Scheuchzer's vorsündfluthlicher Mensch zu der Gattung Salamander gehöre, dass die Skelette von Guadeloupe nicht wahrhaft versteinert, sondern nur incrustirt sind, und in einer Tuffmasse am Meeresufer eingeschlossen liegen, die sich noch unter unseren Augen fortbildet, und endlich, dass die vermeintlichen fossilen Knochen von Marseille Abdrücke von Meerröhren sind. Wahre Menschenknochen wurden indessen in der That an mehreren Orten aufgefunden, vorzüglich in Höhlen; aber nicht wahrhaft versteinert, sondern immer noch ziemlich frisch, zum Theil mit Kalksinter überzogen, und unter Umständen, welche nach Cuvier beweisen, dass sie der jüngsten Zeit, der Alluvialperiode, angehören. In seinem Werke: *Sur les ossemens fossiles*, sucht er, in einem eigenen Kapitel, mit der Aufschrift: „Es gibt keine fossile Menschenknochen", das Vorkommen derselben mit der ihm eigenen Gelehrsamkeit und hohen Kenntniss aller vorhandenen Thatsachen zu widerlegen, und auch der vortreffliche Geognost Buckland bemühte sich in seinen *Reliquiae diluvianae* die Nichtexistenz derselben zu beweisen.

So stand die Sache, als im Jahr 1824 der vorgeblich durch Sandstein *versteinerte Mensch vom langen Felsen, im Walde bei Fontainebleau*, die ephemere Aufmerksamkeit der Hauptstadt Frankreichs erregte. Einige Knaben, welche einer Jagdparthie in den Wald von Fontainebleau gefolgt waren, glaubten in einer Grotte die Formen eines versteinerten Menschen gefunden zu haben. Der Chemiker Barruel, welcher mit zu der Jagdparthie gehörte, schlug ein Stück zur Untersuchung ab, und glaubte bei der Analyse Spuren von thierischer Materie und

von phosphorsaurem Kalk zu finden. Dies erregte noch grössere Aufmerksamkeit; es fanden sich bald Speculanten ein, welche den Fund kauften, losschlugen, und denselben in Paris als „*Cavalier petrifié*“ für Geld zeigten. Der Meisel soll insgeheim nachgeholfen haben, was die Natur versäumt hatte. Die Deputirten der Academie erklärten, dass man dies Product auf keine Weise als eine Versteinerung betrachten könne. Chevalier, Payen und Fontenelle widerlegten Barruel, und bewiesen, dass die Masse des Cavalier petrifié kein Atom von phosphorsaurem Kalke enthalte. Barruel suchte seine, in der Uebereilung geäusserte Meinung zu vertheidigen. Allein es genügt, um ihn zu widerlegen, auszuführen, dass man von Säugethieren niemals andere Petrefakte als Knochen findet, weil die weichen Theile verfaulen. In dieser Versteinerung aber sollen die weichen Theile petrificirt sein, und die Knochen fehlen, diese Knochen, die aus phosphorsaurem Kalk bestehen, welcher unzerstörbar ist, wie der Erdball!

Ein Jahr darauf fand Fontenelle bei *Narbonne*, im südlichen Frankreich, einen fossilen Knochen, der ihm der Kopf eines menschlichen Schulterknochens zu sein schien. Marcel de Serres und Tournal untersuchten später, im Jahr 1828, die Knochenhöhlen von *Bize*, im Département de l'Aude, und nahmen bei dem ersten Besuche der Höhlen unter verschiededenen Thierresten auch Menschenknochen wahr. Da sie aber zuerst nur in geringer Zahl und gemengt mit Landconchylien und Säugethierresten gefunden wurden, so glaubte de Serres, dass sie zufällig dahin gekommen sein könnten. Tournal entdeckte aber später noch mehrere Menschenknochen und verschiedene Töpferwaaren, deren scharfkantige Bruchstücke beweisen, dass sie nicht herbeigerollt sein können. Die Säugethierreste stammen von Bos Urus ab, und von mehreren Hirscharten, deren Grösse beträchtlicher ist, als die des gemeinen Hirsches. Von Raubthieren hat man bis jetzt nur einen einzigen Zahn entdecken können. Die Knochen hängen, wie wahrhaft versteinerte, an der Zunge, sind aber nicht angenagt. Die Thierwelt, welche in diesen Höhlen begraben ist, unterscheidet sich beträchtlich von der Thierwelt anderer Höhlen, und es ist anzunehmen, dass ihre Ausfüllung in eine spätere Zeit fällt. Unter Verhältnissen, die ein viel höheres Alter beweisen, fand Christol Menschenknochen in Höhlen des Gard-

Départements. Es sind die Höhlen von *Pondres* und *Sauvignarques*, die offenbar *vor* den Höhlen von *Bize* ausgefüllt wurden. Sie liegen in demselben tertiaeren Meereskalk, in welchem sich die Höhle von Lunel-Vieil befindet, die mit der *Kirkdale*-Höhle übereinstimmt, und mit Ausnahme der Gebeine vom Biber, Dachs und der Abyssinischen Hyäne nahezu dieselben Knochen enthält, wie diese. Neben diesen liegen gleichfalls, und zwar in ausserordentlicher Menge, Koprolithe. Dieselben wahrhaft antediluvianischen Thierreste kommen auch hier vor, nämlich Ueberreste vom Rhinoceros, von Bären und Hyänen, und überdiess Bruchstücke von Töpferwaaren und *Menschenknochen*. Die Höhle von *Pondres* war, als die Steinbrucharbeiter sie entdeckten, ganz mit thonigem Diluvium ausgefüllt. Dieses hat stellenweise eine tuffartige Consistenz, schliesst Jurakalkgeschiebe, Süsswasserquarz und eckige Bruchstücke von dem tertiaeren Kalke ein, in welchem die Höhle liegt. Die Knochen finden sich darin in jedem, doch vorzüglich im mittleren Theile. Christol hat aber selbst unmittelbar unter dem Gewölbe der Höhle einen Hyänenknochen gefunden, mehrere Hirschknochen, einen Röhrenknochen vom Auerochs, so wie eine grosse Anzahl anderweitiger benagter Knochenfragmente. Der Boden der Höhle ist mit einem sandigen, tuffartigen, vielleicht aus dem zerfallenen Gestein entstandenen Cement überkleidet, das von Knochentrümmern und zerbröckelten Koprolithen erfüllt ist. Ueber diesem Cement liegen die Excremente wohl erhalten im darüber gelagerten Diluvium; mehrere Ballen derselben hängen noch unter sich zusammen. Auch die Knochen dieser Lage sind besser erhalten; mehrere derselben aber angenagt. In den obersten, wie in den untersten Theilen der Ausfüllungsmasse wurden Reste von *Töpferwaaren* gefunden, von denen manche mit dem Cemente des Bodens zusammenhingen. Von *Menschenknochen* entdeckte man mehrere Finger- und Mittelfussknochen erwachsener Individuen, und einen oberen Backenzahn. Die mit vorkommenden Landconchylien sind die nämlichen, welche die Höhle von Lunel aufweist, nämlich: Cyclostoma elegans, Bulimus decollatus, Helix rhodostoma und variabilis *).

Die Höhle von *Sauvignarques* ist bis nahe an ihr Ende

*) Marcel de Serres, Jahrb. f. Min. 1832, S. 351; 1830, S. 105; 1833, S. 590; 1834, S. 494.

mit einer dicken Tropfsteinrinde überkleidet. Die thonige Ausfüllungsmasse liegt aber dort ganz entblösst, 2 Meter mächtig. Zu oberst findet sich eine ausserordentliche Menge von Landconchylien von denselben Gattungen und Arten, wie in der Höhle von Pondres, nebstdem aber noch Helix nemoralis und Algira. Darunter folgt, 6 Decimeter mächtig, eine Lage von Geschieben mit rothem Thon. Die Geschiebe nehmen nach unten ab, und wie der Thon reiner wird, so stellen sich auch Knochen ein. Christol hat Backenzähne von Hirschen und Ochsen, das Fingerglied eines Pferdes, einen Backenzahn eines Bären, und von *Menschenknochen* ein Schulterblatt, Oberarmknochen, Radius, ein Heiligenbein und zwei Rückenwirbel gefunden. Diese menschlichen Ueberreste verhalten sich nach Christol wie die anderen thierischen Reste. Bruch, Farbe, Zersetzungsgrad sind wie bei den Thierknochen. Wie diese, kleben sie stark an der Zunge. Bei einer qualitativen, vergleichenden Untersuchung der *Menschenknochen* aus den Höhlen von Pondres und von Bize fanden de Serres und Bravard bei den Knochen von Bize einen grösseren Gehalt an thierischer Materie; die Knochen von Pondres hatten viel weniger, und verhielten sich im Allgemeinen wie die Knochen von Lunel-Viel, deren Reste aber unstreitig zu den ältesten des Diluviums gehören. Menschenknochen aus einem gallischen Begräbniss, von einem beiläufigen Alter von 1500 Jahren, im Aeusseren den Höhlenknochen sehr ähnlich, fest und gelblichweiss, besassen eine weit grössere Menge thierischer Materie. Die Bruchstücke von Töpferwaaren, welche in den Höhlen von Bize, Pondres und Sauvignarques unter Menschen- und Landsäugethier-Knochen gefunden wurden *), gehören offenbar einer Zeit an, in welcher die Töpferei noch ganz in ihrer Kindheit war. Sie sind aus ungeschlemmtem, grobem, mit Kalkspath-Krystallen untermengtem Thon angefertigt, scheinen an der Sonne getrocknet, oder bei schwachem Feuer gebacken zu sein, und rühren wahrscheinlich aus einer Zeit, die der Verbreitung römischer Kunstfertigkeit unter den Galliern voranging.

Bei *Mialet* im Gard-Dép., 2 Lieus nordöstlich von Anduse,

*) Nach Egerton finden sich auch in der *Gaylenreuther-*, *Zahnloch-* und *Scharzfels-*Höhle Bruchstücke von Töpferwaaren, welche von alten Graburnen herzurühren scheinen.

entdeckte man 1831 eine Höhle, in welcher nebst Knochen des *Höhlenbären* eine grosse Anzahl *Menschenknochen* in allen Theilen der Hallen zerstreut vorkommen. In der Nähe des 30 Meter über dem Gard befindlichen Eingangs herrschen die *Menschenknochen* vor; in den anderen Theilen der Höhle dagegen die Bärenknochen. Hinter einem hervorragenden Felsen hat man auf der Thonlage, in welcher sonst die Knochen liegen, ein beinahe vollkommenes Menschenskelett gefunden, nahe dabei eine Lampe, ein Figürchen aus gebrannter Erde und etwas abseits kupferne Armbänder. An anderen Stellen hat man Bruchstücke roher Töpferwaaren entdeckt, verarbeitete Knochen und Feuersteine, lauter Gegenstände, die eine tiefstehende Cultur anzeigen. Nach Teissier, der diese Höhle beschrieben hat *), gehören die Menschenreste theils der Zeit der *alten Gallier*, theils der späteren *römischen*, schon mehr cultivirten Periode an, und kamen ohne Zweifel dahin durch Begräbnisse, für welche die Höhlen in früherer Zeit vielfältig benutzt worden sind.

Auch in der Gegend von *Lüttich* wurden einige Höhlen entdeckt, in denen mit Thierknochen *Menschenreste* und Erzeugnisse rohen Kunstfleisses gefunden worden sind. Es zeichnen sich dadurch insbesondere die Höhlen von *Engis* aus, sodann die Höhle von *Chokier* und von *Fond-de-Foret* **).

Endlich und unter höchst interessanten Verhältnissen fand Lund ***) in einer Höhle Brasiliens *Menschen*-Knochen im Gemenge mit solchen von ausgestorbenen Thierarten, worunter sich auch *Affenreste* befinden. Die Menschenknochen sind zum Theil völlig versteinert und ganz in demselben Zustand, wie die Thierknochen. Die Stirnfläche dieser Menschen bildet mit dem Gesicht einen sehr bedeutenden Winkel, indem die Stirne sogleich vom Gesicht zurücktritt und dem Schädel eine Thierähnlichkeit verleiht, wie man sie auf *Mexicanischen* Monumenten gemalt und ausgehauen sieht. Sie ist eine Folge absichtlicher, mechanischer Niederdrückung der Stirne der Kinder, wie solche bei mehreren americanischen Volksstämmen ausgeübt wird. Durch die Auffindung der Affenreste ist das lang ver-

*) Bulletin de la Société géologique de France, t. II.

**) Schmerling, Bulletin de la Société géologique de France 1835, VI.

***) N. Ann. d. Voyages 1841. Comptes rendus 1839, Vol. VIII.

misste Vorkommen fossiler *Quadrumanen* endlich auch bestätigt worden.

Unter der grossen Zahl Brasilischer Knochenhöhlen, die Lund untersuchte, waren 6, welche *Menschenknochen* enthielten, die sehr alt zu sein schienen. Doch waren sie nur selten mit solchen Thierknochen vereinigt, welche über deren Alter Aufschluss geben konnten. Hievon machte nur eine einzige Höhle am Ufer der Lagoa de Sumidouro eine Ausnahme; doch lagen auch hier die Knochen nicht mehr in ihrer ursprünglichen Schicht. Lund's Untersuchungen gaben folgende Resultate: Das Menschengeschlecht scheint in America schon in einer Zeit verbreitet gewesen zu sein, in welcher auch noch einige der jetzt *ausgestorbenen* Thierarten dort lebten.

Diese älteste americanische Menschenraçe war bereits dieselbe, welche jene Gegenden zur Zeit ihrer Entdeckung durch die Europäer bewohnte *).

Claussen entdeckte in einer Brasilischen Höhle einen grossen Theil des Skelettes von Platyonyx Cuvieri, wohl erhalten und sogar noch mit den Krallen an den Vorderfüssen versehen und zwischen und unter diesen Knochen, um welche die Erde nicht aufgewühlt worden zu sein schien, Bruchstücke von *Töpferwaaren*, die mit einer dünnen Schicht von Kalksinter bedeckt waren **).

Diese Thatsachen, welche die Brasilischen Knochenhöhlen nebst anderen geologisch wichtigen darbieten, scheinen die Fragen: „Lebte das Menschengeschlecht schon in der Diluvialperiode? Gibt es fossile Menschenknochen?" *bejahend* zu entscheiden ***).

Das Vorkommen der Menschenknochen in den anderen oben genannten Höhlen erfüllt die Bedingungen eines schlagenden Beweises eines ursprünglichen Vorkommens nicht. Es ist nicht nur wahrscheinlich, sondern augenfällig, dass die Menschenknochen in den Lütticher Höhlen durch Wasserströme mit den anderen Thierknochen vermengt und abgesetzt worden sind.

*) Lund, über Menschenknochen in Brasil. Höhlen, l'Intitul. 1845, XIII. p. 166, und daraus im Jahrb. f. Min. 1845, Heft 5, S. 627.

**) Jahrb. f. Min. 1841, S. 497.

***) Vergleiche: Bronn, Index palaeontologicus in der Geschichte der Natur, Bd. III. 2. Theil, S. 726.

Die Bäche, welche die Verschüttung bewirkt haben, fliessen zum Theil noch durch diese Höhlen *).

Dieselben Verhältnisse zeigten sich in Folge genauerer Untersuchungen auch bei den Höhlen in Südfrankreich zu Bize **), Pondres und Sauvignarques ***), so wie bei der Höhle zu Nobrigas im Lozère-Dép †). Die Höhle zu Mialet hat offenbar als Grabstätte gedient; dasselbe ist der Fall bei einigen Englischen Höhlen, in denen Menschenknochen gefunden wurden, z. B. bei der Höhle zu Swansea und bei der Kents-Höhle bei Torquay ††) und der Ash-Hole in Berryhead †††). In allen diesen Höhlen sind die Menschenknochen nicht unter Verhältnissen gefunden worden, welche die Gleichzeitigkeit des Menschen mit Höhlenbären u. s. w. beweisen.

Die *Brasilischen* Höhlen liegen vorzüglich in dem Kalksteingebirge von Minas Geraës. Die Ablagerung von rothem Thon, Sand und Geröllen, welche in den Niederungen in bis 50 Fuss mächtigen Lagen den Boden bedeckt, ist auch in die Höhlen eingedrungen und schliesst dort die Reste einer höchst merkwürdigen Schöpfung ein, die darin bunt durch einander geworfen liegen ††††). Lund zählt über hundert Arten fossiler Säugethiere aus der rothen Thonschicht der Brasilischen Höhlen auf, worunter eine grosse Zahl *Affen, Raubthiere,* besonders Katzen- und Hundeartige Thiere, eine grosse Zahl von *Nagern*, *Beutelratzen* (Didelphys) und eine besonders grosse Menge *Edentaten*, d. i. *zahnarme* Säugethiere. Die *Dickhäuter* sind dagegen verhältnissmässig schwach vertreten gegenüber den vielen Individuen fossiler Faulthiere, Megatheriden und Gürtelthiere und bestehen, Mastodonten und Pferd ausgenommen, nur aus solchen Geschlechtern, die heute noch in Südamerica leben, nämlich aus Tapirs und Nabelschweinen (Dicotyles). Ausser diesen Säugethieren kommen viele Vögel vor, namentlich Knochen von zwei *Rhea*-Arten (Nandus, die eigenthümlichen straussartigen Vögel Süd-

*) Jahrb. f. Min. 1833; 1837, S. 108.

**) Jahrb. f. Min. 1830, S. 105 und 107; 1831, S. 461.

***) Jahrb. f. Min. 1830, S. 108, 363, 366.

†) Ebendas. 1837, S. 365.

††) Buckland, Transact of the Brit. Assoc. Plymouth 1841.

†††) Barlett, ebendas. und l'Intitul. 1811, IX.

††††) Lund, Untersuchungen über die fossile Fauna Brasiliens, Ann. des Sc. nat. 1840, XIII. p. 310 ff.

americas), auch Krokodile, Eidechsen, Batrachier und Schlangen. Die Knochen sind oft zerbrochen und zeigen deutliche Spuren von Rollung.

Die eigenthümlichen Südamericanischen Thierformen dieser Höhlen, worunter die Edentaten in den Abtheilungen der Dasypoden, Bradypoden, Myrmekophagen so ausgezeichnet vertreten sind, erinnern an die Thierformen, die in Paraguay und am Rio de la Plata im Thon der Pampasgegenden gefunden worden sind und hier meist in ganzen, wohl erhaltenen Skeletten. Unter diesen zeichnet sich insbesondere das *Megatherium* Cuvieri Desm. aus, ein Riesengeschöpf mit höchst plumpen Knochen, gegen welche die eines Elephanten schlank genannt werden können. Sein ausserordentlicher Bau hat, bei scheinbarer Monstrosität, in einigen Theilen Aehnlichkeit mit dem Faulthier. Das erste Exemplar wurde in einem sehr vollständigen Skelett 1789 an den Ufern des Flusses Luxan, drei Stunden südwestlich von Buenos-Ayres, gefunden und von dem damaligen spanischen Vicekönig jenes Landes, Marquis Loretto, dem königlichen Cabinet zu Madrid eingesandt *). Die mehrsten Reste dieses Thiers wurden in Paraguay gefunden. Sie sind aber auch nördlich vom Aequator in den Vereinigten Staaten gefunden worden bis Georgien hinauf, an dessen Küste, in den Marschländern der Insel Skiddaway Zähne, und Knochen vorgekommen sind.

In der Nähe der Knochen des Megatheriums hat man mehrfältig Bruchstücke eines ungeheuern Panzerkleides gefunden; sie gehören indessen nicht ihm, sondern dem Riesenkörper des Glyptodon an, das davon umhüllt, ein Gürtelthier war.

Die *Mylodonten* des La Plata-Gebiets, *Mylodon robustus Darwini & Harlani* Ow., haben, wie die Megatherien, weder Schneide-, noch Eckzähne, und gleichfalls 18 Backenzähne; die Finger sind, mit Ausnahme der beiden äussersten, mit grossen, scharfen, gekrümmten Krallen bewaffnet. Das vollständige, zu London im Local der Surgical Society aufgestellte Skelett einer der drei Mylodon-Arten hat eine Länge von neun Fuss.

Die *Gürtelthiere* (Cingulata Ill.), die in der heutigen Schö-

*) Cuvier hat in seinem Werke „Ossemens fossiles" Vol. 5. die erste genaue Beschreibung von diesem ausserordentlichen Thiere gegeben, und Pander und Dalton lieferten die schönste Abbildung.

pfung ausschliesslich auf Südamerica beschränkt sind, waren in der Diluvialzeit durch einige riesenhafte Geschlechter vertreten, von denen man das im Diluvium der Pampasgegenden vorkommende *Glyptodon clavipes* Ow. jetzt am vollständigsten kennt. Sein Panzer allein hatte (Kopf und Schwanz ungerechnet) sechs Fuss Länge und war aus sechseckigen Schildern zusammengesetzt.

Die zoologische und geologische Wichtigkeit, welche die von Lund im Brasilischen Diluvium gefundenen Thiere haben, erfordert es, dass sie vollständig aufgezählt werden. Sie sind nach Lund (Ann. des Sc. nat. 1840, XIII.):

I. *Edentata.*

A. Myrmecophaga.

Myrmecophaga Linn.
„ sp. aff. jubatae Linn.
„ sp. aff. tetradactylae Linn.

B. Dasypoda.

Dasypus punctatus Lund.
„ sulcatus —
„ sp. aff. octocincto Lund.
Xenurus sp. aff. nudicaudo —
Euryodon latidens Lund.
Heterodon diversidens Lund.
Chlamydotherium Humboldti Lund.
„ majus —
Hopophorus Lund. (Chlamyd. Br. = Glyptodon Ow.)
„ euphractus.
„ Selloi.
„ minor.
Pachytherium magnum Lund.

C. Bradypoda.

Megatherium Laurillardi Lund.
Platyonix Lund.
(Scelidotherium Ow., sonst bei Megalonix u. Myrmecoph.)
Platonix Agassizi.
„ Oweni.
„ Brongniarti.
„ Bucklandi.
„ Blainvillii.
„ minutus.
Megalonix Jeffers.
„ Jeffersoni Harl.
Sphenodon sp. Lund.

Coelodon Kaupii LUND.
„ Maquinensis LUND.
Oenotherium gigas LUND.

II. *Pachydermata.*

A. Proboscidia.

Mastodon sp. LUND.

B. Suillia.

Tapirus sp. aff. T. americano LUND.
„ suinus LUND.
Dicotyles major —
„ 4—5 andere Species LUND.

C. Solidungula.

Equus neogaeus LUND.

III. *Ruminantia.*

Leptotherium majus LUND.
„ minus —

A. Cervidae.

Cervus sp. aff paludoso LUND.
„ sp. LUND.

B. Antilopidae.

Antilope Maquinensis LUND.

C. Camelidae.

Auchenia 2 Species LUND.

IV. *Carnivora.*

Eelis sp. aff oncae (LINN.) LUND.
„ sp. aff. pardali (LINN.) —
„ protopanther LUND.
„ exilis LUND.
„ spec. aff. concolori (LINN.) LUND.
„ „ „ macrourae (PR. MAX.)
Cynaillurus minutus LUND.
Hyaena neogaoa LUND.
Mephitis sp. LUND.
Galictis sp. aff. barbarae (LINN.) LUND.
Canis troglodytes LUND.
„ sp. aff. flavicaudo LUND.
„ protalopex LUND.
„ robustior —
„ lycodes —
Abathmodon LUND spec.
Palaeocyon troglodytes LUND.
„ validus —

Speothos pacivorus LUND.
Nasua ursina LUND (Ursus brasil. LINN.).

V. *Marsupialia.*

Didelphys sp. aff. albiventri LUND.
„ „ „ auritae —
„ „ „ incanae —
„ „ „ eleganti —
„ „ „ pusillae —
„ „ „ myosurae —
„ „ „ pusillae (DESM.) LUND.
„ spec. LUND.

VI. *Glires.*

Lepus protolagus LUND (grösser als der lebende).
Cerodon bilobidens —
„ sp. aff. saxatili LUND.
Cavia robusta LUND.
„ gracilis —
„ sulcidens —
„ sp. aff. Capybarae LINN.
Coelogenys laticeps LUND.
„ major —
Dasyproeta capreolus —
„ sp. aff. caudatae LUND.
Synetheres dubia LUND.
„ magna —
Myopotamus antiquus LUND.
Mus sp. aff. principali —
„ „ „ aquatico —
„ „ „ expulso —
„ „ „ lasiuro —
„ „ „ fossorio —
„ „ „ mastacali —
„ „ „ laticipiti —
„ „ „ vulpino —
„ debilis LUND.
„ robustus —
„ talpinus —
„ musculus LINN.
„ rattus —
Nelomys sp. aff. antricolae LUND.
Aulacodus Temminckii (Nelom. mit gefurchten Schneidezähnen).
Lonchophorus fossilis LUND.
Loncheres sp. aff. eleganti LUND.
Phyllomis sp. aff. Brasiliensi —
Lagostomus Brasiliensis —

VII. *Chiroptera.*

Phyllostoma sp. aff. spectro LINN.
„ 4 Sp. LUND.
Disopes sp. aff. Temmincki LUND.
Vespertilio sp. LUND.

VIII. *Quadrumana.*

Simiae.

Jachus grandis LUND.
„ sp. aff. penicillato GEOFFR.
Cebus macrognathus LUND.
Callithrix primaevus —
Protopithecus Brasiliensis —

Das Vorkommen von Affen im *Diluvium* Brasiliens ist sehr bezeichnend. In den nördlicheren Gegenden, wo heute keine Affen wohnen, hat man sie in den Diluvialbildungen nirgends gefunden. Eine Folge der, durch viele andere Thatsachen bewiesenen klimatischen Vertheilung der Geschöpfe in der Diluvialperiode.

Die Zahl der ausgestorbenen Hundearten ist in Brasilien grösser, als die der lebenden, und unter jenen hatte Canis lycodes die Grösse des Wolfs. Die Haushunde, welche die Spanier in Brasilien fanden, scheinen von keiner einheimischen Art abzustammen, sondern aus *Asien* über die Westküste eingeführt worden zu sein.

Das Brasilische fossile Pferd (Equus neogaeus) ist von den lebenden Arten ganz verschieden, nähert sich einigermassen den Wiederkäuern, erinnert an das zweihufige Pferd in Chili und wird wohl ein besonderes Genus bilden.

In *Neuholland* hat man an mehreren Stellen Knochenhöhlen gefunden und darin im Wellingtonthal, in Südaustralien, bei Melbourne und an mehreren anderen Orten fossile Thierreste, die auf eine höchst eigenthümliche Weise sich von den in Europa und America in Höhlen begrabenen Thieren unterscheiden, und zwar in derselben Weise, in welcher sich die gegenwärtige Fauna Neuhollands von derjenigen der anderen Welttheile unterscheidet.

Alle in Neuholland gefundenen, jetzt dort einheimischen Thiere gehören, mit Ausnahme der Schnabelthiere, der noch tiefer stehenden zahnlosen Säugethiere Neuhollands, der Classe der *Marsupialien* oder *Beutelthiere* an, bei welchen die Zitzen nicht frei am Bauche, sondern in einem Beutel oder hinter seitlichen Hautfalten verborgen liegen. Die Jungen kommen sehr unvollkommen zur Welt und erhalten ihre vollkommene Aus-

bildung im Zitzensacke, wo sie auch nach ihrer Entwickelung bei drohender Gefahr Schutz suchen. Diese sonderbaren Beutelthiere repräsentiren Abtheilungen, die denjenigen der übrigen Säugethiere analog sind. Es gibt Marsupialia: carnivŏra, frugivŏra, glirina, insectivŏra, quadrumana, d. i. Fleischfresser, Wiederkäuer, Nager, Insektenfresser und Vierhänder, so dass jeder Gruppe der anderen Säugethiere eine analoge Gruppe von Beutelthieren zur Seite steht. Derselbe Charakter ist nun auch bei den fossilen Thieren der Höhlen Neuhollands vorhanden. Man findet fossile *Känguruhs*, mitunter von colossaler Grösse (das heutige Halmaturus giganteus, Riesen-Känguruh, das grösste lebende Säugethier Neuhollands, wird bis zur Schwanzwurzel über 4 Fuss lang), *Wombats*, *Beutelwölfe*, *Insektenfresser* und *Vierhänder*, die sämmtlich zu den Beutelthieren gehören, und zwar meist zu noch lebenden Geschlechtern, die aber bestimmt verschiedene Arten bilden. Man hat in neuerer Zeit dort auch die Dickhäuter im Diluvium gefunden, deren eigenthümlicher Bau anzudeuten scheint, dass sie ebenfalls Beutelthiere waren. Es gehören also alle bis jetzt in Neuholland gefundenen Thierreste der Diluvialzeit Beutelthieren an, mit alleiniger Ausnahme eines Mastodon eigener Art, von dem ein wohl erhaltener Zahn gefunden worden ist. Die wichtigsten fossilen Säugethiere der *australischen* Diluvialbildungen sind:

Marsupialia.

Sarcophaga Ow.

Thylacinus spelaeus Ow.
Dasyurus laniarius —

Carpophaga Ow.

Phalangista sp. Ow.

Poephapa Ow.

Hypsiprymnus spelaeus Ow.
Macropus affinis Ow.
„ Atlas —
„ Titan —

Rhizophaga Ow.

Phascolomys Mitchelli Ow.
Diprotodon Australis —
Nothotherium inerme —
„ Mitchelli —*)

*) Bronn, Index palaeontologicus S. 718. — Owen, Proced. of the

Gestaltet man aus der Mannigfaltigkeit der Säugethierformen, welche die Diluvialbildungen der verschiedenen Continente darbieten, grössere Bilder, und vergleicht man diese sowohl unter sich, als mit den heutigen Faunen der Länder; so ergibt sich das Resultat, dass im Wesentlichen dieselben Formen, welche jetzt auf den Continenten entwickelt sind, auch schon in der Diluvialzeit vorhanden, auf dieselben beschränkt, aber durch andere Arten repräsentirt waren.

Den Bewohnern des oberen Rheinthals ist es wohl nicht uninteressant, zu erfahren, dass im Frühjahr 1826 eine knochenfuhrende Vertiefung im Kalkstein bei Rixheim im Elsass entdeckt worden ist. P. Merian hat sie beschrieben *). „Bei der Gewinnung der oberen Bänke eines festen Süsswasserkalkes traf man auf eine von Tage niedergehende trichterförmige Höhlung. Sie hatte etwa 11 Fuss Durchmesser, reichte tief in den Kalkstein herunter, und war mit dem die ganze Gegend überdeckenden Löss ausgefüllt Unmittelbar an den Wänden des Kalksteintrichters zeigte sich in dem Löss eine beträchtliche Menge von Landthierknochen, meist in sehr zerbrochenem Zustande, zwischen den Klüften und den knolligen Hervorragungen des Kalksteins festsitzend. Die Knochen waren sämmtlich in einem sehr weichen Zustande, beinahe weicher, als die umschliessende Masse, so dass sie nur mit Mühe, ohne zu zerbröckeln, herausgelöst werden konnten. Nebst den Knochen traf man einige kleine und auch ein ziemlich grosses Urfels-Gerölle im Löss an, und Etwas, was einer Holzkohle ähnlich war. Unter den deutlicheren Bruchstücken, welche gewonnen werden konnten, fanden sich ziemlich häufig Pferdezähne, ein grosser Backenzahn eines Hirsches, ein Bruchstück eines Backenzahns vom Nashorn, dann eine ziemlich gut erhaltene, mit mehreren Zähnen versehene obere Kinnlade einer Hyäne und Ueberreste vom Rhinoceros, Mammuth? und Hippopotamus?.“ Die Lage dieser Knochen in dem Kalksteintrichter und in den Klüften seiner Wandungen zeigt an, dass sie im schon zerbrochenen Zustande dahin gekommen, und die übrigen Verhältnisse beweisen, dass sie durch Gewässer zusammengefluthet worden sind.

Buckland **) erkennt in der Eigenschaft der Knochen, *an der Zunge zu kleben*, ein nützliches Anzeichen, um antediluvianische Thiere, die man in Höhlen findet, von jenen der

geolog. Society 1839. — Ann. and Magaz. of nat. hist. 1843, XI. Jahrb. f. Min. 1843, S. 372.

*) Zeitschrift für Mineralogie, von Leonhard, 1826, Bd. II. S. 340.

**) Trans. of the geolog. Soc. Lond. 1826-27, daraus in Karsten's Archiv 1828, Bd. XVII. S. 220.

gegenwärtigen Periode zu unterscheiden, welche zufälligerweise in Spalten und Höhlen geführt, und hier mit den Knochen älterer, ausgestorbener Arten in Berührung gekommen sind. Die Eigenschaft der Knochen, an der Zunge zu kleben, wenn man sie im trockenen Zustande daran hält, ist von dem Verlust an thierischer Materie abhängig, welche durch keinen mineralischen Stoff ersetzt worden ist. Diese Eigenschaft des Anhaftens fehlt nach BUCKLAND den Knochen des Alluviums und denjenigen Menschenknochen, die er aus römischen Grabstätten in England, aus den Begräbnissstätten der Druiden, der alten Briten erhielt, und ebensowenig fand er sie an den Menschenknochen der Höhlen von Paviland, Burrington und Wokeythole, die er in den „*Reliquiae diluvianae*" beschrieben hat. Angenommen, es sei das Anhaften an der Zunge ein untrügliches Kennzeichen der fossilen Knochen, so ist es doch für sich allein nicht hinreichend, über die wahrhaft antediluvianische Abkunft derselben zu entscheiden. Wir müssten sonst auch die Menschenknochen der Höhlen von Bize, Pondres und Sauvignarques für solche erklären, da sie nach CHRISTOL stark *an der Zunge kleben*. Die übrigen Verhältnisse des Vorkommens geben aber zu erkennen, dass sie erst später in die Höhlen gelangt sind. Die Knochen der Menschenskelette, die man in einem alluvialen Kalkstein auf Guadeloupe gefunden hat, kleben ebenfalls an der Zunge. Dies hängt somit nicht allein von ihrem Alter, sondern auch von anderweitigen Umständen ab, die auf die Zersetzung der thierischen Substanz der Knochen einwirken.

Am Nordende des Kalkfelsens von Gibraltar ist das Gestein von zahlreichen verticalen Klüften durchzogen, auf deren hervorstehenden Rändern viele Falken nisten. Sie werfen die Knochen der kleinen Thiere, womit sie die Jungen füttern, von Vögeln, Mäusen u. s. w. aus den Nestern in die Spalten hinab, wo sie nach und nach durch den Kalkabsatz durchsickernder Wasser und durch eine erdige Masse, sammt den Kalkstücken, welche in den Spalten vorkommen, zu einer Breccie verbunden werden *). HATCHET hat Knochen dieser Breccie analysirt. Sie waren ohne allen Gehalt an thierischem Stoff; an seiner Stelle war kohlensaurer Kalk eingedrungen **). Es muss daher die

*) LYELL, Principles of Geology. Vol. III. ch. XIV.

**) THOMSON, systême de Chimie, t. IV. ch. 2.

Zersetzung der thierischen Substanz hier verhältnissmässig sehr schnell und sehr vollständig erfolgt sein, da man in der Regel in viel älteren Knochen der Diluvialzeit, die wahrhaft fossil sind, immer noch einen Gehalt an thierischer Materie findet. FOURCROY und VAUQUELIN *) fanden im frischen Elfenbein 45 Procente thierische Materie; dagegen aber in der Masse der fossilen Stosszähne des Elephas primigenius

aus Sibirien	41 Proc.
vom Ohio	41 „
von Ourque (Seine) . . .	18 „
aus Peru	15 „
von Argenteuil bei Paris .	14 „

In fossilen Knochen der muschelreichen Tertiaerschichten des Anjou (Maine & Loire) fand CHEVREUIL nur ganz kleine Mengen thierischer Materie **).

In der Masse des Mahlzahns eines Elephanten, der im *tertiaeren* Sand zu Alfort bei Paris gefunden worden war, fanden sich nur noch Spuren von thierischer Materie ***). In den Zähnen des Anoplotheriums aus dem ältesten Tertiaerkalk der Gegend von Paris fand LASSAIGNE auch nicht mehr eine Spur davon †). Man ersieht hieraus, dass bei den Knochen der ältesten Tertiaerzeit die Zersetzung des organischen Stoffes schon vollendet, dagegen bei jenen der Diluvialperiode erst theilweise erfolgt ist.

Im Os metacarpi des Höhlenbären aus der Mialet-Höhle (Gard) fanden GIRARDIN und PLEISSER ††):

Organische Materie . . .	7.17
Phosphorsauren Kalk . . .	75.45
Phosphorsaure Magnesia . .	2.81
Kohlensaure Kalkerde . .	12.18
Fluor-Calcium	1.09
Hydrom-Wasser	1.30
	100.00

*) Ann. de Chimie 1806, t. 57, p. 37.

**) Ebendaselbst.

***) Journal de Chimie médicale 1828, t. IV. p. 143.

†) BERZELIUS, Chemie, Thier-Chemie, Abth. VI.

††) Mem. de l'Acad. de Rouen 1812. Ann. des Mines, 1843, 3e. série, t. III. p. 734.

Lassaigne dagegen fand in der Zahnmasse eines Höhlenbären 14 Procent organische Materie. Man ersieht hieraus, wie der Verlust an thierischer Materie bei den Knochen gleichen Alters verschieden ist, und erkennt hierin die Verschiedenheit und ungleiche Stärke des Einflusses der chemischen Agentien auf dieselbe *).

Die *Entstehung der Höhlen* hat verschiedene Ursachen. Ein Theil der Höhlen ist augenscheinlich durch *Einstürzungen* entstanden. Sie sind durch folgende Verhältnisse bezeichnet: das Gestein zeigt bestimmte Schichtungsabsonderung; die Wände der Höhlen sind da, wo keine Sinterbildungen sie überziehen, scharf abgeschnitten; die hervortretenden Bänke zeigen eckige, scharf gezeichnete Formen; auf dem Boden liegen einzelne, oder zahlreiche eckige Steine, oder grössere Blöcke von parallelepipedischer Form, die häufig von Sinter überzogen, oder von Tropfsteinen überdeckt sind, die sich in Zapfen senkrecht darauf erheben. Einstürzungen, wodurch solche Höhlen gebildet werden, entstehen, wenn *unterirdische Wasser*, Lager von *Mergel* und *Thon*, Stöcke von *Gyps*, die in das Kalksteingebilde eingeschlossen sind, nach und nach *wegwaschen*. Die überliegenden Schichten stürzen alsdann in den ausgewaschenen Raum herein, wobei in den höheren Felsenlagen ebenfalls Brüche erfolgen und Ausweitungen entstehen. Auch können derartige Höhlen bei *Gebirgserschütterungen*, zur Zeit von *Hebungen* ent-

*) Die Untersuchung der Knochen auf den Gehalt an thierischer Materie geschieht, indem man dieselben mit kalter, stark verdünnter Salzsäure digerirt. Es wird dadurch die Knochenerde ausgezogen, die aus phosphorsaurer und kohlensaurer Kalkerde besteht, welche bei verschiedenen Thieren in variirender Menge mit einander gemengt sind. Nebstdem enthalten die Knochen kleine Mengen von phosphorsaurer Kalkerde und von Fluor-Calcium Die thierische Materie bleibt als *Knorpel* zurück, weich, biegsam, durchscheinend und mit der Form der Knochen. Durch Kochen mit Wasser löst sie sich zu gelatinirendem Leim auf.

Im Jahr 1814 behandelte v. Gimbernat fossile Knochen des Elephanten der Diluvialbildungen des Ohio und Sibiriens, die seit Jahrtausenden begraben sind, mit Säure. Er bereitete aus der zurückgebliebenen thierischen Materie eine *Gallerte*, die ganz die Beschaffenheit derjenigen Gallerte hatte, die man aus den frischen Knochen der Schlachthäuser darstellt. Sie wurde am Tisch des Präfecten von Strassburg gespeist. Das war wohl das erstemal, dass aus der thierischen Materie antediluvianischer Thiere eine Speise bereitet und diese genossen wurde. Journal de médecin militaire 1815, t. I. p. 141.

standen sein, unter Umständen, die eine häufige Bildung von *Spalten*, Rücken, Wechseln zur Folge gehabt haben.

Andere Höhlen, deren Wandungen ausgebuchtet, deren Felsformen abgerundet sind, scheinen durch einfache *Auswaschungen weicherer* Lager entstanden zu sein. Wieder andere Höhlen zeigen das Eigenthümliche, dass ihre Wandungen wie *angefressen* aussehen, wie wenn eine auflösende *Gasart* oder eine *gasreiche Flüssigkeit* darauf gewirkt hätte. Wir kennen die auflösende Kraft, die *Sauerwasser* auf Kalksteine ausüben. Es sind dies Wasser, welche mit Kohlensäure gesättigt sind. Ihre anhaltende Einwirkung auf Kalkmergel und aufgelockerte oder weiche Kalkmassen, selbst auf festere Kalksteine, musste Aushöhlungen verursachen. *Härtere* Theile oder *kieselige* blieben ungelöst, und als solche erscheinen viele höckerige Hervorragungen an den Höhlenwänden. Auch *Versteinerungen* blieben ungelöst, die man nicht selten an Felswänden hervorragen sieht.

Der *Kalksinter*, der Wandungen und Boden der Höhlen überkleidet und in den mannigfaltigsten Tropfsteingestalten auftritt, ist in der Regel kohlensaure Kalkerde, die häufig auch krystallisirt als *Kalkspath* erscheint. In einigen Nordamericanischen Höhlen aber besteht der Sinter aus *Arragonit.* Daraus bestehen nach Dr. Fiedler *) auch die Tropfsteine der Höhle auf der Griechischen Insel Antiparos. Hier besteht oftmals der Kern von Stalactiten aus Kalkspath, das Aeussere aus Arragonit. Durch G. Rose's **) Untersuchungen sind wir belehrt worden, dass Kalkführende Wasser, welche die mittlere Lufttemperatur besitzen, immer Kalkspath absetzen; *Thermen* dagegen und *heisse Wasser*, *Arragonit.* Diesen setzen ab: der Carlsbader Sprudel (59° R.), die heisse Quelle (44½° R.) der Griechischen Insel Thermia, die heissen Wasser (60—67° R.) der Bäder des Hercules auf Euböa.

Auf welche Weise die Thierknochen in die Höhlen gekommen sind, lässt sich sowohl aus der Beschaffenheit der Höhlen, als der darin liegenden Knochen, aus den sie begleitenden Massen und aus den Lagerungsverhältnissen ableiten. Wo enge Canäle zu den unterirdischen Ausweitungen führen, durch welche

*) Poggend. Ann. Bd 68, S. 567.

**) G. Rose, über Arragonitbildung, Pogg. Ann. Bd. 42, S. 353.

***) Dr. Fiedler am o. a. O.

die grösseren Thiere, Bären, Hyänen, Löwen, nicht eingehen können; wo ein senkrechter oder geneigter Felsschacht den Anfang von Höhlenkammern bildet; wo innerhalb derselben senkrechte tiefere Abstürze sind, über die man nur mit Leitern hinwegkommt: da können jene Thiere nicht ein- und ausgewandert sein; solche Höhlen können Bären oder Hyänen nicht bewohnt haben. In diesen Höhlen liegen die Knochen jener Thiere in Lehmablagerungen, sind nicht selten mit Sand, Kies oder Geröllen untermengt, zeigen mehr oder weniger Abnutzung und Abreibung an hervorspringenden Theilen; lange und starke Röhrenknochen sind nicht selten zerbrochen. Solche Verhältnisse zeigen an, dass hier die fossilen Reste durch Wasserströme eingeführt und abgesetzt worden sind. Ein sehr grosser Theil der bis jetzt bekannten Höhlen aller Länder zeigt diese Verhältnisse.

In anderen Höhlen dagegen haben offenbar die räuberischen Fleischfresser gelebt, und die Thiere, deren Knochen man jetzt mit den ihrigen zusammenfindet, Wiederkäuer, Dickhäuter, Nager, als Beute in ihre Höhlenwohnung hineingeschleppt. In Höhlen dieser Art finden sich keine Gerölle, kein Sand, Kies oder Lehm; die darin liegende Erdmasse ist mit animalischen Theilen untermengt; es liegen wohl erhaltene *Excremente*, namentlich von Hyänen, unter den Knochen und diese selbst zeigen Zahneindrücke und Benagungen, öfters wohl erkennbare, tiefe und wieder geheilte Wunden. Es ist erwiesen, dass die *Hyänen* Höhlen bewohnen *) und ihre Beute nicht immer an Ort und Stelle verzehren, sondern oft in die Höhlen eintragen. Wir wissen auch, dass die *Bären* Höhlenbewohner sind. Wo man die Reste beider Thiere beisammen findet, da müssen wir wohl annehmen, dass sie *nach einander* Bewohner der Höhlen waren; ein gleichzeitiges Zusammenwohnen von *Hyänen* und *Bären* konnte nicht stattfinden.

Hinsichtlich der Vertheilung dieser beiden Thiere zeigen die Knochenhöhlen Englands ein Verhältniss, das bei denen Deutschlands ganz anders ist. In den englischen Höhlen sind die Reste von Hyänen und anderen Katzenarten vorherrschend, während in den deutschen Höhlen die Bärenknochen weit überwiegend

*) Austen, über die Knochenhöhlen in Devonshire (Geolog. Proced. 1840, III.), daraus in Bronn's palaeontologischen Collectaneen 1843, S. 16.

auftreten und die Hyänen verhältnissmässig selten vorkommen. Die Hyänenart der Höhlen stimmt nach Owen *) mehr mit der lebenden *H. crocuta* des südlichen Africas überein, als mit der in Nordafrica und Kleinasien vorkommenden Art. Von allen englischen Höhlen enthält diejenige von Kirby-Moorside am meisten Hyänenknochen; ihre Menge ist hier ganz ungeheuer. Von den deutschen Höhlen ist die *Gaylenreuther* am reichsten an *Bärenknochen;* die *Hohlerstein*-Höhle in Westphalen am reichsten an *Hyänenknochen.* In England findet man diese auch in den diluvialen Kies- und Geschiebeablagerungen *(drift).*

Reste von grossen Katzenarten (besonders von *Felis spelaea*, einem *Tiger* [S. S. 812]), welche ebenfalls Höhlenbewohner sind und die erbeuteten Thiere in die Höhlen tragen, finden sich vorzüglich in englischen (Höhlen von Kent, Kirkdale, Plymouth, Hutton) und französischen Höhlen (Lunel-Vieil, Mialet, Fouvent, Fanzan, Joyeuse).

Da sich häufig Knochen von Dickhäutern und grossen Grasfressern mit den Knochen der Raubthiere zusammenfinden, so könnte man gegen die Annahme, dass die Raubthiere die Körper der übrigen mit begrabenen Thiere in die Höhlen geschleppt haben, die Einwendung machen, es können doch wohl Hyänen und Tiger keine Elephanten und Rhinocerosse angreifen, überwältigen und in ihre Höhlen schleppen. Man weiss aber in Bezug auf die in den Höhlen von Kirkdale und Kent gefundenen Elephantenreste, dass Knochen und Zähne derselben *jungen* und zum Theil ganz jungen Thieren angehören; solche können aber gar wohl von den grossen Katzenarten erlegt und in die Höhlen geschleppt worden sein **).

Knochenbreccien.

Vielfache Aehnlichkeit mit den Knochenhöhlen und nahe Beziehungen zu denselben haben Spalten-Ausfüllungen, die aus einer *Knochenbreccie* bestehen, aus Knochenstücken und Ge-

*) Owen, on the geogr. distrib. of ext. mamm. l'Institut 1846, 28. October.

**) Vergleiche über Knochenhöhlen: Marcel de Serres, essai sur les cavernes à ossements et sur les causes, qui les y ont accumulés, 3e. édit. 1838, Paris.

M. Ch. Desnoyers: Dictionaire universel d'histoire naturelle, dirigé par d'Orbigny, Vol. VI. 1845, Article: *Grottes* ou *Cavernes.*

steinsbruchstücken zusammengesetzt, die durch ein thoniges oder kalkiges, meist eisenschüssiges Bindemittel mit einander verbunden sind. Diese Knochenbreccien zeigen sich besonders in den Küstengegenden des Mittel- und Adriameeres. Die Spalten, worin sie liegen, gehen immer geöffnet bis zu Tage aus und liegen in Kalkbildungen des Jura-, Kreide- und Tertiaergebirges. Ihre Wandungen sind uneben, niemals unter sich parallel und haben oftmals das Ansehen, als wenn sie von einer Flüssigkeit wären angefressen worden. Die Knochenstücke, Reste von Wirbelthieren sind gewöhnlich zerbrochen. Zwischenräume zwischen diesen, den Gesteintrümmern und dem Bindemittel sind gewöhnlich mit Kalksinter ausgefüllt. Der Kalksinterabsatz durchdringt auch nicht selten das ganze Bindemittel und die Knochen, und in diesem Fall besitzt die Breccie eine ansehnliche Festigkeit. Neben den Wirbelthierknochen kommen auch Conchylien darin vor; die mehrsten Knochenbreccien enthalten *Land*-Conchylien, am häufigsten die Geschlechter Helix, Pupa, Cyclostoma. In vielen Breccien sieht man dagegen *Meerconchylien* eingeschlossen, die Geschlechter Pecten, Patella, Mytilus, Arca u. a. Dadurch unterscheiden sich die Knochenbreccien wesentlich von einander. Die darin vorkommenden Thierreste sind grösstentheils dieselben, die man in den Höhlen antrifft; aber gerade die in den Breccien am häufigsten vorkommenden *kleineren* Thiere sieht man dort seltener. Von besonderem Interesse ist das Vorkommen von zwei urweltlichen Pachydermen, die man in der Knochenbreccie von Villefranche im Aveyron-Dép. gefunden hat. Wir verdanken ihre genaue Bestimmung Cuvier. Sie gehören zu den Geschlechtern *Palaeotherium* und *Choeropotamus.* Die Palaeotherien gleichen im Allgemeinen den Tapiren; durch die Backenzähne und durch die Füsse näherten sie sich den Rhinocerossen. Von Choeropotamen wurde nur eine Art gefunden, von der Grösse des Siamischen Schweins. Die hinteren Backenzähne dieses Thieres sind oben viereckig, unten achteckig und haben viele starke conische Erhabenheiten. Die vorderen sind kurze Zapfen mit zwei Wurzeln. Von Fleischfressern fand man Arten vom Löwen, Panther, Bär, Katze, Fuchs, Hund. Kräuterfresser kommen sehr viele vor, als: Pferde, Ochsen, Hirsche, Antilopen, Schafe, Esel, Elenthiere und Rehe. Von Nagethieren hat man gefunden: Feldmäuse (Mus musculus Linn., Mus sylvaticus Linn.), Ratten

(Mus rattus LINN.), Hasenmäuse (Lagomys sardus et corsicanus WAGNER), Kaninchen, Wasserspitzmäuse (Sorex). Vögelreste kommen auch nicht selten vor: Bachstelzen, Knochen denen der Lerche ähnlich, und von anderen, nicht genau bestimmten Vögeln und vom Gryphus antiquitatis SCHUBERT. Von Reptilien hat man eine Eidechsenart und eine Otter gefunden.

Seit langen Jahren ist *Gibraltars* Knochenbreccie berühmt; sie hat zuerst die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Der schroffe Fels von Gibraltar besteht nach HAUSMANN aus dichtem festem Kalkstein. Er ist von Spalten und Höhlungen durchzogen, die eine röthliche, von Kalkspathmasse durchdrungene Breccie enthalten. Diese besteht aus Kalksteinstücken, Knochenfragmenten, enthält hin und wieder Landschnecken und ist durch kohlensauren Kalk zusammengekittet. Die Spalte, welche der Rosiabay gegenüber an einer Felswand liegt, ist die Hauptlocalität für das Vorkommen antediluvianischer Thierknochen. Sie scheint mit einer Höhle in Verbindung gewesen zu sein, welche ehedem von Raubthieren bewohnt war. Die daraus abfliessenden Wasser haben die Spalte nach und nach mit Schlamm und Knochen ausgefüllt und einsickernde kalkreiche Wasser setzten das Cement ab. Es wurden hier Reste vom Pferd, Ochsen, Damhirsch, Kaninchen, vom Hund (Canis Parisiensis Ow.), vom Elephanten und Höhlenbär gefunden *).

Die Knochenbreccie liegt hier nicht allein in Spalten; man sieht sie auch am Abhang des Felsens. Man muss jedoch diejenige, welche die Reste antediluvianischer Thiere einschliesst, sehr wohl von den jugendlichen Breccien unterscheiden, worin Menschenknochen liegen und Gegenstände menschlichen Kunstfleisses.

In den Umgebungen von Palermo liegt dieselbe Knochenbreccie, welche in den dortigen Höhlen von San Ciro und Mardolce **) Knochenreste einschliesst, auch ausserhalb der

*) M. J. SMITH: On the geology of Gibraltar etc. (Quat. Journ. geolog. Soc. of London 1846, Vol. II.)

**) In der Mardolce-Höhle sammelte mein Bruder, F. H. W., Arzt zu Bühl unfern Baden: zahlreiche Reste vom *Hippopotamus Pentlandi v. M.*, Zähne von einem Hirsch mittlerer Grösse, vom Höhlenwolf (Canis spelaeus), vom Höhlenfuchs (Canis spelaeus minor). S. H. v. MEYER, im Jahrb. f. Min. 1843, S. 581. — Die vielen Meermuscheln des Sandes,

Höhlen am Abhang in Bänken abgelagert und bis 20 Fuss mächtig. In der Bay von Syracus liegt die Knochenbreccie 70 Fuss über dem Meeresspiegel und enthält Meermuscheln.

Zu *Nizza* und *Antibes* füllt Knochenbreccie verticale Spalten eines ausgezeichnet geschichteten Jura-Dolomits aus. Diese Ausfüllungen sind aber nach Bronn von zweierlei Art: die einen enthalten nebst den Knochen nur eckige Dolomite und Landschnecken, und sind also über dem Meere gebildet; die anderen enthalten abgeschliffene Kalkgerölle, an denen zuweilen kleine Spirorben sitzen, Meerconchylien, wie Arca, Patella, Pinna, Trochus u. s. w., und geben schon dadurch, besonders aber auch durch Pholadenlöcher an den Spaltenwänden zu erkennen, dass sie längere Zeit unter dem Meeresspiegel gestanden sind *). Zu *Villafranca, Cette* und an einigen anderen Orten dieser Küstengegend kommen ähnliche Breccien vor und die Spalten, die sie erfüllen, liegen bis 500 Fuss über dem heutigen Meeresspiegel.

Zu *Cagliari* in Sardinien liegt Knochenbreccie in Spalten eines Tertiaerkalks wohl 150 Fuss über dem Meere **). Sie enthält eine Mytilusart und eine Menge Knochen kleiner Thiere,

der den Boden der Höhle bedeckt, meistens tertiaeren Arten angehörig, sind ohne Zweifel auf secundaerer Lagerstätte, und vom Meer aus in die Höhle geschwemmt worden. Diese Höhle liegt an dem nordwestlichen Abhange des Monte Grifone. Ihr Eingang liegt 180 Par. Fuss über dem $^{1}/_{4}$ Meile entfernten Meeresspiegel und etwa 50 Fuss über dem Rande der mit Tertiaerbildung bedeckten Ebene. Nach Fr. Hoffmann's Beobachtungen sieht man die Felsen tief unterhalb des Höhleneingangs voll zelliger Löcher, gerade so, wie an den Stellen, wo die heutigen Meereswogen Kalkklippen berühren und sie annagen. Es kleben an den Felswänden Kalkstücke und eine Breccie von Quarz, Kieselschiefer und Thonstücken mit Ostrea, Pecten und Corallen. Auch sieht man Serpulen an den Felsen und die Löcher von Bohrmuscheln. Etwa 8 Fuss über dem Boden der Höhle lauft ein wagrechter Streifen an ihren Wandungen hin und bis zu demselben sind sie von Pholaden angebohrt. Die Höhlendecke ist wie von spritzenden Wogen angefressen.

Fr. Hoffmann, geognost. Beob. auf einer Reise durch Italien und Sicilien, besonderer Abdruck aus Karst. Archiv, Bd. XIII. 1839, S. 536. Christie: Philos. magaz. und Ann. t. X. p. 433.

*) Bronn, Reise durch Italien und Südfrankreich. De la Beche, geological manual.

**) De la Marmora, Journ. de Géologie, t. III. p. 310.

und namentlich auch Fledermäuse, die in einem erdigen und zerreiblichen Bindemittel und in Seitenspalten, manchmal ganz lose, ohne alles Bindemittel, liegen. Von *Lagomys sardus* und einer *Arvicula*-Art sind bei Cagliari in einer einzigen Spalte wenigstens 3000 Individuen begraben. Am Altai lebt nach PALLAS Lagomys alpinus CUV., das *Schoberthier*, im Gebirge in unermesslicher Menge in Klüften und Höhlen beisammen. Das zahlreiche Vorkommen der fossilen Reste der nordischen Art dieses Thieres in der Knochenbreccie bei Cagliari deutet darauf hin, dass sie einst hier gewohnt hat. Auf Corsica hat man nördlich von Bastia, ungefähr 600 Fuss über dem Meer, eine Knochenbreccie-Ablagerung gefunden und ebenso an mehreren Punkten im südlichen Frankreich, zu Baillargues und Vindargues, bei Montpellier, zu Pezenaz im Herault-Dép., zu Andaze und Saint-Hippolyte im Gard-Dép., zu Aix in der Provence. Jenseits des Mittelmeers hat man in Algier zwischen Oran und Mers-el-Kebir eine Ablagerung von Knochenbreccie entdeckt.

Unter interessanten Verhältnissen *) tritt die Knochenbreccie in der Auvergne auf. Sie liegt hier theils in Spalten eines diluvialen *Kalktuffs*, theils in *Lava*-Klüften. Unter den ersteren Verhältnissen sieht man sie bei Coudes am Allier, zwei Lieues von Issoire. Die Spalten des hier abgelagerten Kalktuffs sind mit Bruchstücken von Arragon, Tuff, Quarz und mit einer, die Knochen umschliessenden, pulverigen Kalkmasse ausgefüllt. Die Thierreste, welche in den Spalten liegen, stimmen mit denen überein, die man auch in der Kalktuffablagerung findet. Südlich von Clermont sieht man bei *Orbières* in einer *Lava*, die aus dem Krater des Gravenoire ausgeflossen ist, Spalten mit vulcanischem Sand, pulverigem Kalk und Knochen ausgefüllt, die grösstentheils einen Ueberzug von Kalksinter haben. Die Thierreste sind dieselben, die bei Coudes und überhaupt im Diluvium der Auvergne vorkommen, nämlich Reste von den gewöhnlichen Pachydermen Elephas und Rhinoceros; von Kräuterfressern: Ochs, Antilope, Hirsch, Hase, Pferd; von Fleischfressern: Felis und Canis; von Nagern: Hamster, Ratte. Ueberdies wurden in dieser Bildung 8 Arten Vögel, Batrachier, Schlangen, eine Eidechse, Fische und die Landconchylien Helix, Cyclostoma, Bulimus in Arten gefunden, die heute noch in der Gegend leben.

*) MILNE EDWARDS, Ann. des Sc. nat. 1837, t. VII. p. 216.

Die Gleichartigkeit der Beschaffenheit der Knochenbreccie von den verschiedensten Localitäten, die darin besteht, dass sie fast immer ein *rothes*, *eisenschüssiges* Bindemittel haben, wo sie nur immer auftreten, an der europäischen oder an der africanischen Küste des Mittelmeeres, ist eine interessante Erscheinung. Wir nehmen Aehnliches auch bei vielen Kalktuffen wahr und sehen bei diesen nicht selten Streifen und dünne Schichten von rothem Eisenoxyd zwischen weissen oder lichtgrauen Kalklagen durchziehen, oder dieselben als Ueberzug auftreten. Dies weist darauf hin, dass die rothe Eisenfärbung des Cements der Knochenbreccien durch denselben chemischen Vorgang bewirkt worden ist, der den Eisenoxydabsatz bei den Kalktuffen zur Folge hatte. Die Kalke werden nach und nach von den Atmosphärilien angegriffen und oberflächlich zersetzt, insbesondere vom Wasser. Das allverbreitete Eisenoxyd kommt in den jüngeren Kalksteinen, worin vorzüglich die Breccienführenden Spalten liegen, überall als Einmengung vor, und kann aus dem aufgelockerten Gesteine ausgewaschen und von Sickerwassern in die Spalten geführt werden.

Die Ausfüllung der Spalten geschah mit weniger Ausnahme durch Wasserfluthen; diese haben Steintrümmer, Knochen und Schlamm in Klüfte und Spalten geschwemmt, wo sie dann durch den Absatz einsickernder kalkführender Wasser zu einer Breccie verkittet worden sind. Dieselben Fluthen scheinen auch in viele Knochenhöhlen eingedrungen und dort Schlamm, Sand, Kies und Rollsteine abgesetzt zu haben. Eine solche Gleichzeitigkeit der Fluthenwirkung muss, wenigstens im südlichen Frankreich, bei der Ausfüllung der Breccienspalten von Baillargues und Vendargues, unfern Montpellier, und der Knochenhöhle von Lunel-Vieil angenommen werden. Das Schuttland jener Gegend enthält ebensowenig, als die dortigen Knochenbreccien, Knochen der grossen Thiere, die man in der genannten Höhle gefunden hat. Diese wurden daher *vor* dem Eintritt der Fluth durch Hyänen hineingeschleppt, welche darin wohnten. Als die Wasser ankamen, wurden ihre Reste wie diejenigen der hereingeschleppten Thiere mit Schlamm und Kies überdeckt *).

*) D'Archiac, hist. des progrès de la géologie, t. II. 1e. partie, p. 221, und J. de Christol. Observations générales sur les brèches osseuses. Montpellier 1834.

Diluvialtorf.

Die *Torfbildung* war schon in der Diluvialperiode durch die klimatischen Verhältnisse begünstigt. Torfablagerungen aus dieser Zeit sind durch die organischen Reste charakterisirt, die an vielen Orten darin vorkommen. Bei *Dürrheim*, unfern Villingen auf dem Schwarzwalde, liegen ausgedehnte und tiefe Torfmoore der Diluvialzeit, worin gefunden wurden Reste von: *Emys turfa v. M.* (sich unterscheidend von E. europaea durch individuelle Abweichungen an den Knochenplatten und an der Schuppenbedeckung), von *Bos primigenius*, vom *Pferd, Hirsch, Reh*, von zwei *mausartigen Nagern, Canis, Meles*, von *Fröschen*, vom *Mensch*, womit *Sumpfconchylien*, Planorben und Limneen, Töpferwaaren und andere Artefacte vorkommen.

In einem Diluvialtorf zu *Enkheim* bei Frankfurt wurden gefunden Reste von: *Emys turfa, Ochs, Pferd, Hirsch*, zwei Vögel, Mensch, Sumpfconchylien, Töpferwaaren *). In einem Torfmoor bei *Giessen* ist eine ausgestorbene Froschart, *Rana diluviana* v. Meyer, vorgekommen.

In Torfmooren Südschonens hat man nach Nilsson wiederholt Zähne des *Höhlenbären* gefunden, in der letzten Zeit auch in einem Torfmoore, worauf der „*Jaere*" ruht, ein hoher Grus- und Steinwall der Diluvialperiode, welcher parallel mit dem Strande von Ystad bis Falsterbo hinzieht **). Es ist überhaupt beachtenswerth, zu sehen, wie die Schonischen Torfmoore eine grosse Menge von Knochen derselben Thierarten einschliessen, welche in den deutschen Knochenhöhlen vorkommen, nämlich: das fossile *Pferd* (ebenfalls unter dem Jaere), das fossile *Elenn* und *Renn*, den fossilen *Hirsch*, das fossile *Reh*, und diese eben genannten alle grösser, als die noch jetzt lebenden, ihnen zunächst stehenden Arten. Es wurde ferner gefunden: *Bos primigenius, Bos bison priscus* und die *Emys lutaria.* Alle Thiere, die in diesen Torfmooren unter dem Schuttwall Jaere gefunden worden sind, haben vor Jahrtausenden gleichzeitig gelebt und sind gleichzeitig von ihm bedeckt worden. Nun sind aber auch Jagdwaffen und andere Werkzeuge der Ureinwohner des Landes

*) Herm. v. Meyer, Jahrb. f. Min. 1836, S. 61.

**) Nilsson: Ofversigt of Kongl. Vetensk. Akad. — Förhandl 1846 III. Stockholm, und daraus im Jahrb. f. Min. 1849, S. 753.

unter ihm gefunden worden: Pfeile von Knochen und von Feuerstein, Lanzen u. dgl. Es kann daher, meint Nilsson, kein Zweifel mehr sein, dass der Mensch noch gleichzeitig mit jenen antediluvianischen Thieren gelebt habe, und dass seine Knochen auch mit jenen Thierresten vorkommen können. Vgl. oben S. 820.

Braunkohlenablagerungen.

In den Kies- und Schuttablagerungen der Thäler liegen nicht selten *Braunkohlen*. Sie sind gewöhnlich in Buchten, Mulden, hinter Vorsprüngen von Bergen und Hügeln abgelagert, da, wo in ruhigen Wasserstellen Hölzer angetrieben und zusammengeführt wurden. Thon, Letten, Sand, die als die Begleiter der Braunkohle vorkommen, sprechen für diese Entstehungsart. Die mikroskopische Untersuchung der Kohle weist ihre Abstammung von Hölzern unwiderleglich nach *). Die Vorkommnisse sind so allgemein, dass eine Aufzählung der Localitäten zwecklos ist. Nur in Beziehung auf die Braunkohlenvorkommnisse im Thal der äusseren Schweitz mag es wohl nicht überflüssig erscheinen, anzuführen, dass die Braunkohlen von *Utznach*, *Strättligen*, *Mörswyl*, *Dürnten*, am Walenberg in Glarus, dem Diluvium angehören und von den Braunkohlenablagerungen innerhalb des Molassegebiets wohl unterschieden werden müssen. In manchen Ländern treten diese Braunkohlenablagerungen so mächtig auf, dass sie einen lohnenden Abbau auf lange Zeit unterhalten.

Diluvial-Eisenerze.

Syn. Brèches ferrugineuses; Minerais de fer pisiformes et reniformes diluviens; Bohnerze, Blättelerze, Stuferze.

Eine Erscheinung, welche im Gebiete des Diluviums ganz gewöhnlich ist und in jedem Gebirge, im bergigen oder hügeligen Lande wiederkehrt, sind gewisse Ablagerungen von *Eisenerzen*, die das unverkennbare Gepräge eines *Fluthlandgebildes* an sich tragen. Der chemische Bestand derselben ist sehr verschieden. Die Mehrzahl besteht aus Eisenoxydhydrat, Brauneisenstein, der gewöhnlich mehr oder minder mit Thon gemengt, zuweilen von Quarzmasse durchdrungen und sehr hart oder

*) Link, Schriften der Berliner Academie, erschienen 1839, Berlin.

locker, weich und zerreiblich, ein wahrer Thoneisenstein ist. Oft auch besteht das Erz aus Rotheisenstein, mitunter aus Kieseleisenstein, einer chemischen Verbindung von Kieselsäure mit dem Oxydul- oder Oxydhydrat des Eisens. Diese Erze sind durchaus mehr oder minder abgerundet, und tragen deutliche Zeichen der Rollung an sich. Die Grösse der einzelnen Stücke ist sehr verschieden. In vielen Fällen schwankt sie zwischen Linsen- und Eigrösse, und die Erze heissen alsdann *Linsen-* oder *Bohnerze*, ohne Rücksicht auf ihre chemische Constitution oder auf ihre Structur. Letztere lässt aber zwei Hauptverschiedenheiten wahrnehmen. Von den kugeligen, sphäroidischen oder ellipsoidischen sogenannten Bohnerzen ist der grösste Theil dicht und zeigt beim Zerschlagen dasselbe Bruchansehen, was man beim Brauneisenstein wahrnimmt. Weit seltener haben die Eisenkörner eine concentrisch-schalige Absonderung, und namentlich nur solche, die aus dem oben erwähnten Eisensilicat bestehen. Die grösseren Stücke sind mehr stumpfeckig und heissen im Allgemeinen *Stuferze.* Ein Theil dieser aus Brauneisenstein bestehenden *Stuferze* ist schalig und wird dann *Eisenniere* genannt. Erreichen die Stücke eine Grösse von einem oder mehreren Cubikfussen, was indessen seltener der Fall ist, so haben sie vollkommen das Ansehen der Geschiebe. Die concentrisch-schaligen Bohnerze erreichen diese Grösse nie, und halten ziemlich scharfe Grenzen zwischen Erbsen- und Wallnussgrösse. Bohnerze und Stuferze, doch vorzüglich die ersteren, sind öfters durch einen eisenschüssigen Thon oder durch Kalksinter zu grösseren Massen verkittet. Die einzelnen Stücke sind häufig gebrochen, manchmal mit Kalksteinstücken, fremdartigen Geröllen, Feuerstein- und Jaspisfragmenten untermengt, von Ueberresten *antediluvianischer Thiere* und von *Versteinerungen* älterer Formationen begleitet. Die Erze liegen gemeiniglich in einer Sand-, Thon- oder Lettenmasse, die durch das Oxyd oder das Oxydhydrat des Eisens gefärbt ist, und ruhen auf sehr verschiedenen, vorzüglich auf kalkigen Gebilden, und insbesondere auf Jurakalk. Sie liegen bald in mulden- und kesselförmigen Vertiefungen, bald sind sie in trichterförmigen, zu Tage ausgehenden Höhlungen, in Spalten und Klüften abgelagert, und entweder nur von der Ackererde und lockeren Alluvialmassen, oder von Sand, Lehm und Mergel bedeckt.

Die ganze Ablagerung trägt die unverkennbaren Zeichen

eines Fluthlandgebildes, die Charaktere einer durch strömende Wasser transportirten und abgesetzten Masse. Mächtige Fluthen haben gleichmässig, wie auf die festen Felsen, so auch, und heftiger noch, auf die im geschichteten Gebirge häufigen, weicheren Eisenerz-Lagerstätten eingewirkt. Diese minder festen Gebilde wurden aufgewühlt, und wie Felsblöcke, Grand und Bruchstücke von Gesteinen, so wurden auch die losgerissenen Erze fortgeführt, zertrümmert und gerollt. Da und dort, hinter entgegenstehenden Wällen und Riegeln, hinter Spornen, in ruhigeren Wasserstellen, wurden sie, mit verschiedenen Substanzen untermengt, mit denen die Fluth beladen war, wieder abgesetzt oder in Spalten zusammengeschwemmt. Daraus erklärt sich auch die Verschiedenheit der chemischen Constitution dieser Erze und der sie begleitenden organischen Reste. Wie die Eisenerzlagerstätten der geschichteten Formationen in Hinsicht der Zusammensetzung ihrer Erze unter sich abweichen, so unterscheiden sich auch die Diluvialeisenerze unter einander durch ihren chemischen Bestand, und welche Gesteine und Petrefacten die Fluth mit sich fortriss, solche wurden auch, wenn ihr specifisches Gewicht es zuliess, mit den Erzen abgelagert.

Ausgezeichneter als irgendwo sieht man diese Ablagerungen in Baden und Würtemberg. In Baden findet man Diluvialeisenerze am Süd-, West- und Nordrande des Schwarzwaldes, am Fusse und auf der Höhe der Schwäbischen Alb (Jura).

Von allen diesen Lagerstätten ist weitaus die Bohnerzlagerstätte bei Heudorf, eine Stunde von Mösskirch, bei der sogenannten römischen *Altstadt*, die interessanteste. Sie ruht auf dem oberen Jurakalk, an den Fuss eines Hügels angelehnt, über welchen die Strasse von Neuhausen nach Mösskirch führt. Die einzelnen Glieder dieser Ablagerung sind nach meiner Untersuchung von oben nach unten folgende:

Ackererde, mit Gehölz überwachsen.

Sand, einige Zoll mächtige, oberste Sandlage.

Bohnerze, einige Zoll stark und untermengt mit Sand, Rollsteinen und Haifischzähnen.

Sand, zwei Zoll mächtig.

Haupt-Erzlage, 3½ Fuss mächtig, untermengt mit Rollsteinen, Schnecken, Muscheln, Haifischzähnen, Thierknochen und jurassischen Versteinerungen.

Sandschiefer, vier Zoll mächtig, mit etwas Erz und einzelnen Kalksteinen.

Sand, zwei Fuss mächtige Lage, aus welcher Quellen aufsteigen.

Sandschiefer, ziemlich fest, vier Zoll mächtig.

Sand, einige Zolle.

Kalkstein-Conglomerat, mit eingesprengtem Erz.

Gerölle von Faust- und Kopfgrösse und darüber, die vorwaltend aus dem weissen oberen Jurakalk bestehen, mit Sand, Feuerstein und Hornstein untermengt sind, und eine 5 Fuss mächtige Lage bilden.

Die organischen Reste bestehen vorzugsweise aus Zähnen und zeichnen sich durch Anzahl, Verschiedenartigkeit und grossentheils gute Erhaltung aus. Bis jetzt wurden in dieser Lagerstätte gefunden Reste von:

Mastodon angustidens Cuv.
Dinotherium Bavaricum v. M.
„ minutum —
Rhinoceros incisivus Cuv.
„ *minutus* —
„ *Goldfussi* Kaup.
Tapirus Helveticus v. M.
Hyotherium medium —
Palaeotherium crassum v. M.
Harpagodon maximus v. M.
Pachyodon mirabilis —
Ursusartiger Fleischfresser.
Halianassa Studeri v. M.
Arionius servatus —
Palaeomeryx Scheuchzeri v. M.
„ noch eine andere Art?
Cervus lunatus v. M.
Chalicomys Jaegeri Kaup.
Crocodilus plenidens v. M.
Trionix.
Emys? Panzerstück.
Fischwirbel, grosse.
Fisch-Gaumenstück.
Lamna denticulata *).

*) H. v. Meyer im Jahrb. f. Min. 1836, S. 59, ebend. 1841, S. 459.

Unio,
Paludina.
Terebratula 4 Spec. des oberen Jura.
Cidarites subangularis „ „ „
Apiocrinites rotundus „ „ „
„ *rosaceus* „ „ „

Unio und Paludina sind Steinkerne, die ganz aus Eisenoxydhydrat bestehen, welche Substanz auch die *Erze* mit den *Rollsteinen* und *Thierresten* zu einer festen Breccie verbindet. Die Rollsteine sind vorherrschend *Quarz*, wovon auch zahlreiche abgerundete Körner nach allen Richtungen zwischen den Kügelchen des Erzes liegen, öfters von kleinen, silberweissen *Glimmerblättchen* begleitet. Stellenweise enthält die Breccie *Feuersteinkugeln*, vollkommen denen gleich, welche in der jurassischen Bohnerzablagerung so häufig vorkommen, und nicht selten auch eckige und abgerundete graue Sandsteinstücke (Molasse) und Granitgeschiebe. Das Erz hat das äussere Ansehen, die schalige Zusammensetzung und die chemische Constitution des jurassischen Bohnerzes. Man sieht in dieser interessanten Lagerstätte *jurassisches Bohnerz, Versteinerungen* des vorliegenden *oberen Jura*, der gleichfalls südlich vorliegenden *Molasse* und *Geschiebe* aus dem *Diluvium* des Bodenseebeckens zusammengetragen. Dieses Zusammenvorkommen von über 30 Arten so verschiedener Thiere, und die zahlreich und wohlerhalten in dieser Ablagerung eingeschlossenen Zähne von charakteristischen Thieren der Molasseperiode, geben dem *Heudorfer* Gebilde ein grosses Interesse *).

In der Gegend von Candern lässt sich, im *Lieler Wald* und im *Möslin*, sehr gut beobachten, wie die dortigen Eisenerzlagerstätten aus der Zerstörung der älteren, jurassischen Bohnerzablagerung entstanden sind. Die Erze stimmen ganz mit

*) Die Vergleichung der früher allein bekannten Wirbelthierreste des Hendorfer Bohnerzlagers mit den Wirbelthieren der *Molasse* und des *Paludinen*-Kalkes des Salzbachthales bei Wiesbaden mussten wohl zu der Annahme einer *gleichzeitigen* Bildung dieser drei Ablagerungen führen. Die weiteren Verhältnisse aber, die ich bei einer aufmerksamen Untersuchung der Lagerstätte, namentlich bei Ausführung einer Abteufungsarbeit, durch ihre sämmtlichen Schichten wahrnehmen konnte, setzen es ausser Zweifel, dass dieselbe der Diluvialperiode angehört.

denen jener älteren, ursprünglichen Lagerstätte überein, sind aber hin und wieder mit Säugethierknochen und mit Haifischzähnen untermengt. Es wurden hier mehrere Stosszähne und ein sehr gut erhaltener Backenzahn vom vorweltlichen Elephanten, Fragmente eines Hirschgeweihes und kleinere Zähne von Kräuterfressern gefunden; Reste von Thieren, welche in den eigentlichen Juragebilden, wozu die ursprüngliche Erzlagerstätte gehört, die das Material zu dieser diluvianischen geliefert hat, durchaus nicht vorkommen. Die Jaspis- und Feuerstein-Bruchstücke, welche manchmal einzelne Haufwerke bilden, das zerstreute unregelmässige Umherliegen der Erze in einem sandigen Letten, und der Mangel der festen Schichten, welche die jurassische Eisenablagerung bedecken: das Alles deutet darauf hin, dass diese Gebilde ein Absatz der Diluvialfluthen sind, welche zerstörend auf die ältere Lagerstätte eingewirkt hatten. Wo diese nur in ihren oberen Lagen aufgewühlt wurde, da findet man auch nur darin jene Reste des Diluviums; die unteren, unverrückten Lagen verlaufen sich aber unmerklich in die Masse des darüber liegenden Diluvialmergels, des Löss, der an der Grenze Erze enthält, gewöhnlich auch Rollsteine einschliesst und sonst die ihm eigenthümlichen Landconchylien führt. Dort, in der Gegend von Candern, liegt das Diluvial-Bohnerzgebilde auf Jurakalk; ebenso in den Aemtern Engen, Stockach, Mösskirch, Möhringen. In dem bergigen Lande zwischen der Enz und dem Neckar ruht es auf Muschelkalk, und ist namentlich in der Gegend von Wiesloch und Nussloch verbreitet; sodann in den Gemarkungen der Gemeinden Maisbach, Schatthausen und Baierthal. Untersucht man die hier im Lehm und Mergel liegenden Erze genauer, so zeigt sich's, dass sie vollkommen mit dem thonigen Brauneisenstein übereinstimmen, der auf untergeordneten Lagern im Muschelkalk der Häsel und des Buchwaldes, zwischen Wiesloch und Nussloch, vorkommt. Nicht etwa allein die äussere Beschaffenheit, selbst der Eisengehalt und die Quantität der Erden ist es, die vollkommen bei diesen Erzen übereinstimmen, von welchen das eine auf seiner ursprünglichen Lagerstätte ruht, das andere von ihr losgerissen, in Trümmern weiter geführt, gerollt und an den genannten Orten mit Knochen untermengt (zu Baierthal mit Eleph. primig.) abgesetzt wurde; es ist diese Uebereinstimmung selbst in den kleinen Mengen *fremder* Beimengungen vorhanden, des Bleis,

Kupfers, Arsens, welche jene Erze der Häsel und des Buchwaldes führen.

In Würtemberg liegen zahlreiche Bohnerzablagerungen auf dem oberen weissen Kalkstein des Schwäbischen Jura. Auch hier beweisen die Ablagerungsverhältnisse und die Beschaffenheit der Erze die jüngere Bildung. Diese sind von Hirsen- bis Wallnussgrösse, in der Regel dicht, durch Rollung abgerundet, oft stumpfeckig und knollig, und liegen vielfältig unmittelbar unter der Ackererde. Sie liegen gewöhnlich in sechs bis zehn Fuss breiten, zehn bis dreissig Fuss tiefen, langgezogenen Mulden, in Spalten und Einsenkungen, deren Wandungen manchmal dicht mit Kalksinter überzogen sind, und mitunter selbst in Höhlen. Die Erze sind in eisenreichen braunen Thon und Sand eingebettet und von vielen Rollsteinen von Jurakalk begleitet. Grössere Bohnerzstücke von anderthalb bis drei Zoll sind theils ganz dicht, theils bestehen sie aus kleineren, unregelmässig verwachsenen Kugeln. Der Heuberg bei Tuttlingen und die Gegend von Salmandingen, auf der Höhe der Rauhen Alb, sind besonders dadurch ausgezeichnet, dass die hier vorkommenden Bohnerzlager eine Menge *organischer Reste* enthalten *).

Die Gruben der letzteren Gegend liegen in einer Meereshöhe von 2600 Fuss, also 1400 Fuss über dem gegenwärtigen Spiegel des Bodensees. Die Knochen der hier vorkommenden Säugethiere sind insgesammt abgerundet, selbst öfters sogar die Zahnschmelzstücke, und alle sind mehr oder weniger zertrümmert. Nur Knochen, welche neuen Ursprungs sind, vom Schaf, Wolf, Hund abstammen, zeigen sich besser erhalten. Als Begleiter der Knochen finden sich Haifischzähne, Lamna crassidens, L. cornubica Ag. und Versteinerungen des oberen Jura, Cidarites coronatus, Belemnites unisulcatus, Terebratula-Arten und einige verkieste Ammoniten. Auch Kunstproducte wurden in verschiedenen Tiefen in diesen Ablagerungen gefunden, Pfeilspitzen, Hufeisen, Glasflüsse, Ofenschlacken. Da die Römer ganz in der Nähe dieser Erzlager Niederlassungen hatten, die in Ur-

*) C. F. Jaeger, über die fossilen Säugethiere, welche in Würtemberg aufgefunden worden sind. Erste Abth., die in der Molasse, den Bohnerzablagerungen und in dem Süsswasserkalk von Steinheim aufgefundenen Ueberreste enthaltend. Stuttgart 1835.

kunden des 8ten Jahrhunderts angeführt werden, so erklären sich derartige Vorkommnisse. Vorzüglich haben bis jetzt die Bohnerzgruben von Salmandingen, Ringingen und am Russberghofe fossile Knochen geliefert, unter welchen C. F. JAEGER erkannt hat:

Lutra ferreo-jurassica JAEG. (L. vulgaris STOR.)
Canis vulpes LINN. (Vulpes ferreo-jurassicus JAEG.)
„ ferreo-jurassicus major JAEG.
„ Lupus LINN. (Lupus ferreo-jurassicus JAEG.)
Ursus ferreo-jurassicus JAEG. (Ursus spelaeus ROSENM.)
Mustela ferreo-jurassica JAEG.
Meles vulgaris DSM. (M. ferreo-jurassicus JAEG.)
Herpestes penicillatus JAEG.
Viverra Geneta LINN. (V. ferreo-jurassica JAEG.)
Agnotherium antiquum JAEG.
Lepus timidus LINN.
Castor fiber LINN.
Ovis, die gemeinere Art, neueren Ursprungs.
Bos, neueren und älteren Ursprungs.
Cervus, einige Arten.
Antilope.
Moschus, eine Art, grösser, als M. Zàvaricus.
Equus primigenius.
„ communis.
Asinus primigenius.
Sus sp. aff. palaeochoero KAUP.
„ scrofa.
Aper diluvianus KAUP.
Elephas primigenius BLUMENB.
Mastodon angustidens CUV.
„ tapiroides —
„ latidens CLIFT.
„ maximus CUV.
Dinotherium giganteum KAUP.
Lophiodon minutus CUV.
„ minimus —
Xiphodon gracile —
Dichobune leporina —
Palaeotherium Aurelianense CUV.
„ Isselanum —

Palaeotherium crassum Cuv.
" magnum —
Rhinoceros tichorhinus —
" minutus —
" sp. aff. Rh. Schleyermacheri Kaup.

In den Bohnerzgruben von Neuhausen kommen vorzüglich Reste der Geschlechter *Palaeotherium* und *Anoplotherium* vor, begleitet von Pferde- und Hirschgebeinen. Am *Ochsenberge* bei *Ebingen* baut eine Grube Bohnerz in einer langen horizontalen *Höhle* ab, die sich im Hintergrunde verzweigt und ganz mit Erz erfüllt ist. Darin liegen Reste von Mastodon angustidens und Agnotherium antiquum Kaup., das bis dahin nur in der miocenen Tertiaerbildung zu Eppelsheim in Rheinhessen gefunden worden ist. Auch bei Kolbingen wird Bohnerz aus einer Höhle gefördert. Aehnliches Vorkommen des Bohnerzes in Höhlen hat man auch in Frankreich im Dép. de Vaucluse an mehreren Orten beobachtet *).

In Kärnthen hat man Knochen von Höhlenbären unter den Erzen gefunden.

Im Schweizerischen Jura liegen an vielen Orten ähnliche Bohnerzablagerungen, zumal im Canton Schaffhausen, Aargau, Basel und Solothurn. Nicht minder ausgebreitet ist ihr Vorkommen in Frankreich. Hier finden sie sich vorzüglich in der Franche-Comté, im Mosel-, Oberrhein- und Obersaone-Dép. Bei Romaine und Charité (Haute-Saône) liegen unter den Erzen viele Bruchstücke von Süsswasser-Quarz mit Limneen, Paludinen, Charastengeln uud Fruchtorganen. In den Gruben von Saint-Pancré und d'Aumetz im Moseldép. und in mehreren Gruben des Départements der oberen Saone kommen Versteinerungen des Grünsandes, des Lias und des Uebergangsgebirges vor, als: Hamites, Trigonia costata, Ammonites planicostata, Pentacrinites tubercula, Terebratula laxus.

Das sogenannte *Blättelerz*, welches im Département des Niederrheins eine grosse Niederlage bildet, und in den Gemarkungen von Zinsweiler, Offweiler, Gumbrechtshofen u. s. w. verbreitet ist, besteht aus Bruchstücken einer zerstörten Eisensteinslagerstätte des Lias. Die Ablagerung ist aus Schichten eines mergeligen, oft sandigen Thons zusammengesetzt, der

*) Ann. des Mines 1842, 4e. série, t. I. p. 113.

Wasgau-Sandsteingerölle und Trümmer von verschiedenen Gesteinen der Umgegend einschliesst. Eine dieser Schichten ist voll Eisensteinfragmente, die aus den Mergeln herrühren, welche den oberen Theil der Liasformation zusammensetzen, mit Liasversteinerungen untermischt sind, unter denen auch Knochen von Vierfüssern vorkommen, die man nur im Diluvium findet.

Diluviale Meeresbildungen.

An den Küsten des Mittelmeeres und seiner Inseln sieht man auf grosse Strecken und im Allgemeinen wenig erhoben über den gegenwärtigen Meeresspiegel, eine *Meeresbildung* abgelagert, deren Muschelreste mit den Schalthieren nahezu übereinstimmen, die heute noch im nahen Meere leben. Die Grundmasse ist häufig kalkig, oft aber auch thonig, sandig, tuffartig oder kieshaltig. In *Toscana* liegt diese Bildung nach Savi *) in der Nähe des Meeres am Abfall vieler Hügel, und insbesondere in den Umgebungen von Pomerance, Bullera und Lama. Die vielen, heute noch Kalktuff absetzenden Quellen, welche aus den Serpentin- und Gabbromassen hervortreten, Kalk- und Kieselabsätze machen, scheinen das Bindemittel dieser Diluvialschichten geliefert zu haben. Wo sie am Meeresufer oder auf dem Meeresboden an der Küste hervortraten, da haben sie Sand, Geschiebe und Muscheln durch ihre Absätze verkittet, und es entstand die Meeresbildung, welche man in Toscana „*Panchina*" nennt. Flossen die Quellen dagegen entfernter vom Meere auf dem Lande frei aus, so wurden *Tuffe* und Travertine gebildet, worin der Kieselgehalt der Quellen öfters in Spalten gangartig als Quarz und Chalcedon ausgeschieden ist. Im Kirchenstaat enthält die analoge Bildung, aus Kalktrümmern des Apennins und Quarzkörnern zusammengesetzt, *vulcanischen* Grus, Körner und Krystalle von *Augit*, Einmengungen, welche in den benachbarten Tertiaerschichten nicht angetroffen werden. Es liegen aber auch Säugethierreste darin, gewöhnlich stark abgerieben, welche dem Elephanten, dem Hippopotamus, dem Hirsch u. e. a. angehören. An der Sicilischen und Sardinischen Küste ist diese Diluvialbildung durch vulcanischen Tuff oder Basaltlagen vom

*) Memorie per servire al studio della costitutione physica di Toscana. Pisa 1837—1839, und im Nuovo giornale de' letterati 1837—1839.

unterliegenden Tertiaergebirge geschieden *). An anderen Orten ist sie ungleichförmig über das jüngste Tertiaergebirge (Subapenninenbildung) gelagert. Unter ähnlichen Verhältnissen sind solche Schichten am ganzen Littorale des Mittelmeeres abgesetzt und auf seinen Inseln, als auf Corsica, Sardinien, auf den Balearen, an den Küsten von Sicilien u. s. w. Darauf bezieht sich auch der dafür gebrauchte Namen *Grès* oder *Calcaire méditerranéen*. An der africanischen Küste erscheinen dieselben Schichten bei Miliana, zwischen Calle und Oran, bei Bona, am Cap Matifou und in den Umgebungen von Algier **).

Philippi ***) hat nachgewiesen, dass die Fauna dieser Mittelmeerischen Diluvialbildung bis auf wenige Arten mit der heutigen Meeresfauna übereinstimmt, und zieht aus seinen, auf *Ischia* gemachten Beobachtungen den Schluss, dass diese Insel, auf der er in einer Thonschicht, die aus der Verwitterung vulcanischer Asche hervorgegangen, 92 Conchylienarten sammelte, von welchen nur *drei* heute nicht mehr im Mittelmeere leben, erst nach der Bildung der jüngsten Tertiaerschichten aus dem Meere emporgestiegen ist, wobei ihre Diluvialbildung mit der post-tertiaeren Fauna zum Vorschein kam.

In ausserordentlicher Ausdehnung bedeckt ein diluviales Meeresgebilde die ungeheuern *Steppen* zwischen dem *Caspi-* und dem *Schwarzen Meere*. Man sieht es um Backu, Derbend, Terki u. s. w. †), als Zeuge der einstigen grösseren Ausdehnung des Caspimeeres, von dessen Westküste an es bis zum nördlichen Ufer des Schwarzen Meeres alle Niederungen bedeckt und damit den früheren Zusammenhang beider Meere anzeigt. Man pflegt es mit dem Namen *Steppen-Kalk* (Terrain

*) De la Marmora, in den Mem. dellà Acad. de' Scienze di Turino 1835; d'Archiac, hist. des progrès de la géologie t. II. 1e. partie 1848, p. 284.

**) Boblaye, Comptes rendus, Vol. VII. 1838. Renou, aperçu sur la constitution géognostique de l'Algérie, Ann. des Mines 1843, 4e. série, t. IV. p. 528.

***) Séries molluscorum Siciliae, tum viventium, tum in tellure tertiaria fossilium, Berolini 1836, und im Bullet. de soc. géol. de France 1838, Vol. IX.

†) Eichwald, Reise auf dem Caspischen Meere und in den Caucasus, Bd. I. S. 423.

des Steppes de Verneuil) zu bezeichnen *). Das ganze Flachland der *Crim*, die südlichen Ebenen *Bessarabiens*, das Steppenland um *Odessa* zeigen es in mannigfaltigen Abänderungen. Auch ist es im *Dwinabecken*, südlich von *Archangel*, bis zur *Vaga* abgelagert. Es besteht aus regelmässigen Schichten von Thon, Mergel, Muschelgrus und muschelreichem, weisslichem Kalkstein. Gewöhnlich ist die Gesteinsmasse porös, von geringem Zusammenhang, weich. Die Muscheltrümmer-Lagen haben häufig kein Bindemittel, oder sind durch die geringste Menge desselben zusammengehalten. Stellenweise tritt ein etwas festerer Kalkstein auf, der allgemein als Baustein verwendet wird. Der Küstenabfall gegen das Meer, von dem Plateau, worauf Odessa liegt, beträgt über 100 Fuss und ist aus sehr harten Kalkconcretionen gebildet, mit Blättern und Krystallen von Kalkspath, und wahrscheinlich ein Product kalkreicher Quellen. Einzelne Schichten dieses Steppengebildes enthalten in der Crim eine ausserordentliche Menge kleiner *Paludinen;* die gewöhnlichsten und häufigsten Muscheln sind aber *Cardien* und der *Mytilus polymorphus* (Dreisenia polymorpha van Beneden) und einige andere **), von welchen einzelne jetzt noch im süssen Wasser der Dniestermündung leben.

Auf dem Vorgebirge Kamiousch Bourun, 3 Lieues von Kertsch, sind die Kalkschichten durch muschelreiche Lagen von Thon und weissem Mergel vertreten, über welchen ein 6 bis 8 Fuss mächtiges Eisenerzlager abgesetzt ist, das aus Körnern von

*) De Verneuil, mémoire géologique sur la crimée in den Mém. de la Soc. géolog. de France 1837; v. Meyendorf, in den Ann. des mines 1841, t. XX.

**) Nach Deshayes sind die Conchylien der Steppenbildung, welche de Verneuil gesammelt hat: *Cardium* planum, depressum, emarginatum, squamulosum, subcarinatum, macrodon, crassatellatum, Gourieffi, paucicostatum, sulcatinum, planicostatum, carinatum, corbuloïdes, Verneuilli, ovatum, inaertum, subdentatum, edentulum, acardo. pseudocardium. Deshayes kann das Genus *Dreisenia* nicht anerkennen, das van Beneden aufgestellt hat, weil das Thier des Mytilus polymorphus Pallas einige Formverschiedenheiten des Mytilus-Thieres zeigt, und stellt folgende Mytilus-Arten für das Steppengebilde auf: M. apertus, rostriformis, subcarinatus, inaequivalvis. Die *Paludina* ist P. achatinoïdes. Von *Limnaea* unterschied er L. peregrina, obtusissima und velutina. Die fossil vorkommende *Neritina* danubialis stimmt ganz mit der heute noch in der Donau lebenden N. danub. überein.

kohlensaurem Eisenoxydul, Eisenoxydhydrat und phosphorsaurem Eisenoxydhydrat besteht. Es umschliesst viele vererzte Muscheln, deren Inneres mitunter mit schönen blauen Krystallen von Eisenphosphat ausgeschmückt ist. Auch in den Nieren des Eisencarbonats befinden sich öfters schöne Krystalle von dem blauen phosphorsauren Eisen. Eine Fortsetzung dieser Lagerstätte, welche für Südrussland technische Wichtigkeit erlangen kann, liegt jenseits des Meeresarmes, südlich von Taman. Die muschelführende Unterlage fehlt hier; dagegen ist das Erz an seiner oberen Grenzfläche mit einer Schicht Muscheln in Verbindung, die einige Arten weisse Bivalven enthält, deren Farbe weithin leuchtet.

Es ist auffallend, wie verschieden die Conchylien des Steppengebildes von den heute im Schwarzen Meer lebenden Conchylien sind. Man kann diese Erscheinung und insbesondere das Vorkommen von Süsswasserconchylien nicht anders erklären, als wenn man annimmt, dass einstens die Steppen des südlichen Russlands und der Crim, sowie ein Theil des Beckens des Pontus von einem seichten brakischen Meere eingenommen war, das im Osten durch die Vorberge des Caucasus begrenzt war. Dafür spricht die Beobachtung de Verneuil's, wornach in dem Süsswassersee Ackerman, den der Dniester oberhalb seiner Mündung bildet, Cardien- und Mytilusarten leben, die von denen ganz verschieden sind, die gegenwärtig im Schwarzen Meere vorkommen. Sie stimmen dagegen sehr nahe mit denen des Steppengebildes überein. In dem Salzsee bei Odessa, der mit dem Meere in keiner Verbindung steht, leben aber nach Casaretto Cardienarten, die denen des Schwarzen Meeres sehr nahe kommen. Auf der Halbinsel Taman findet man Reste von Mastodon angustidens, von Cetaceen und Fischen in der Steppenbildung.

In den Umgebungen von Taman und Kertsch bestehen viele Hügel und selbst kleinere Berge aus *Corallenriffen*, die von der kleinen *Eschara lapidosa* Pallas erbaut worden sind. Der Mithridatesberg, an welchem Kertsch liegt, besteht in der Höhe daraus und verdankt seine bizarre Gestalt dem Corallenfelsen, der ihn krönt. Dieses Corallengebilde setzt mehrere Lieues von Kertsch aus in die Crim fort, zeigt sich in 60 bis 80 Fuss hohen Hügeln und erscheint über dem Steppenkalk, wie darauf gesetzt. In der Bessarabischen Steppe, zumal in der

Nähe des Pontus, bildet ein blaues Thonlager das Liegende des Steppenkalks. Bis auf dieses gehen die atmosphärischen Wasser nieder und werden davon zurückgehalten. Alle Brunnen werden daher bis auf diesen Thon abgeteuft. Am Meeresufer kommen alle Quellen über dem blauen Thonlager zu Tage, indem sie darauf, als auf einer undurchdringlichen Unterlage, abfliessen.

In allen Regenschluchten, Flussthälern steht der mürbe Steppenkalk zu Tage, der von Jelisawethgrod bis an die Gestade des Schwarzen Meeres das hauptsächlichste Baumaterial ausmacht, da in diesen Gegenden das Holz überall bei den Bauten gespart werden muss. Der Stein bricht und bröckelt sehr leicht und wird mit der Säge und dem Beil bearbeitet *). Man formt ihn in Quadern von 2½ Fuss Länge, 1 Fuss Breite und Höhe; aus solchen Quadern sind fast durchweg die Städte Odessa, Nikolajew und andere gebaut, sowie auch die Dörfer der deutschen Colonisten, die nicht, wie die Kleinrussen, Moldauer und Bulgaren, in Erdhütten wohnen wollen. Auch die Umzäunungen und Thorwege aller Ansiedelungen, ja sogar die Brücken sind aus diesen Steinen erbaut. Der Steppenkalk ist zwar das bequemste Baumaterial von der Welt, denn da er sich so leicht, ja fast wie Thon gestalten lässt, so ist Nichts leichter, als ein prachtvolles Haus mit Säulen, Architraven und allen möglichen Bauverzierungen mittelst dieser Quadern emporsteigen zu lassen; allein er ist zugleich das schlechteste und zerstörbarste Material. Er ist so weich, dass man mit einem Stock ein Loch hineinbohren kann, und dabei so poröse, dass selbst 3 bis 4 Fuss dicke Wände den Wind durchlassen und die Feuchtigkeit wie ein Schwamm einsaugen. Die Wände müssen daher noch einen Ueberzug von Gyps erhalten. Bei der schnellen Verwitterung des Steins haben die Bauten keine Dauer; man sieht daher alle Städte und Dörfer in der Steppe mit neuen Ruinen erfüllt. Die meisten Häuser sind halb zerfallen, die Umzäunungen zusammengesunken, und alle Brücken befinden sich in einem solchen Zustande, dass man es vorzieht, neben ihnen durch das Wasser zu fahren. An manchen Orten sieht man drei solcher Brückenruinen neben einander liegen. Wenn die alten Griechen ihre pontischen Steppenstädte, wie wahrscheinlich, auch aus diesem Stein erbaut haben, ihr Odessus, Olbia, Cherson u. s. f., so lässt es sich bei dem widerlichen Anblick der neuen Ruinen zu Nikolajew, Sewastopol und in den Vorstädten von Odessa, leicht erklären, dass einige dieser Städte so unbedeutende Trümmer hinterlassen haben, und andere so spurlos verschwunden sind, dass man nicht einmal ihre frühere Stätte kennt.

*) Kohl, Reisen in Südrussland 1841.

Die leichte Zerstörbarkeit des Gesteins gibt auch zu merkwürdigen Veränderungen des Steppenplateaus Veranlassung. Die Flüsse und die Regenwasser verursachen Furchen, Schluchten und Thäler, zwischen welchen sich dabei gewölbte Dome und Berge bilden, die alle in gleicher Höhe parallel neben einander liegen und in langgezogenen Rücken hinziehen. Wo das Regenwasser an gleicher Stelle über steile Gehänge gegen Flussthäler oder gegen das Meer anhaltend abfliesst, da bildet es nach und nach Schluchten, deren Sohle sich bis zum Fluss oder bis zum Meeresspiegel senkt. Entstehen die Regenschluchten am steilen Abfall des Steppenrandes gegen das Meer, so ziehen sie sich oft weit rückwärts in die Steppe und bilden die gefürchteten Einrisse (Ruitwinas der Grossrussen), welche dem Verkehr auf der Steppenfläche so hinderlich und gefährlich werden. Da man in der Regel durchaus nirgends an ihren Gehängen hinabfahren kann, die selbst den geschickten Fussgängern unersteigbar sind, so hemmen die Schluchten allen Verkehr, der in Richtungen geht, durch welche dieselben durchschnitten werden. Es kreuzen sich daher an den Spitzen der Schluchten immer mehrere Wege, die hier in einem Punkt zusammengedrängt werden. Oefters sind solche Schluchten bis zu einer halben Meile lang. An ihren Seiten entstehen wieder kleinere Einrisse, Nebenschluchten, die auch wieder verzweigt sind. Durch diese Spaltung und Verzweigung wird dann die wildeste Zerreissung des Bodens hervorgebracht, lange Zungen, schmale Kämme; am Meere entstehen weit vorspringende Vorgebirge. Im Winter überzieht Eis die Steppenfläche. Es bauen sich Eisbrücken von Wand zu Wand über die Schluchten, und darüber legt sich eine trügerische Schneedecke. Vom Wege abirrende Schlitten brechen öfters ein. Das ist immer lebensgefährlich. Im Frühjahr stürzen von allen Seitenfurchen her kleine Wasserströme in die Schluchten und in der Tiefe braust ein schmutziger Schlammstrom.

Auf der hohen flachen Steppe, deren Oberfläche eine fast wassergleiche Ebene bildet, verursacht der Regen stellenweise Vertiefungen, in die, wie in einen Kessel, das Wasser zusammenlauft.

Die Flussthäler der Steppe sind weit und haben Gehänge von 100 bis 150 Fuss Höhe, die nirgends völlig unzugänglich und schroff, sondern sehr abgerundet, in den nördlichen Steppengegenden mit Holz besetzt, in den südlichen mit Gras überwachsen sind. Ueber dem Gehänge der Flussthäler steigt die Steppe nur noch sehr allmählig zu ihrer grössten Höhe an. Das Flussufer ist niedrig und wird vom Hochwasser oft überschritten, wobei die Niederungen überschwemmt werden; als Folge davon hinterbleiben feuchte, sumpfige Schilfstellen, welche in den grossen Thälern oft eine Meile breit und viele Meilen lang sind. Andere höherliegende Theile des Thalbodens werden nur im Frühjahr vorübergehend überschwemmt und sind mit ertragreichen Wiesen bedeckt. Auf den über dem höchsten Wasser liegenden Thalstellen gehen die Wege hin, liegen Ackerland und Dörfer. Die kleine Wassermasse, welche die heu-

tigen Steppenflüsse in den grossen Flussthälern führen, rechtfertigt die Annahme, dass die Thäler zu einer Zeit ausgetieft und ausgefurcht worden sind, in welcher die Flüsse viel grössere Wassermassen abführten.

Die Einwirkung des Meeres, das keine Gezeiten hat, ist auf den Küstenrand der Steppe nicht gross, und besteht vorzüglich darin, dass es Unterwaschungen, dadurch Einstürze von Küstenfelsen bewirkt und hereingestürzte Massen wegspült. Im Norden des Schwarzen Meeres ist die Küste zum Theil abgerundet und mit Gras überwachsen, viel häufiger aber ganz schroff abgerissen, ohne Gras, nackt, wie die schroffen Gehänge der Regenschluchten. Der zerrissene, angefressene Zustand des Ufers wird zum Theil durch die Meereswellen, zum Theil durch Quellen verursacht, die am Rande der Küste sich ins Meer ergiessen. Sie lockern die Schichten auf, bewirken am Punkte des Hervortretens starke Verwitterung und kleine Unterspülungen, die häufig durch die Meereswellen vergrössert und bis dahin ausgedehnt werden, dass sehr bedeutende Massen des Küstenrandes abbrechen und gegen das Meer hereinstürzen. Dabei werden die Quellen oft ganz verschüttet und fliessen dann unterseeisch ab, oder brechen an anderen Stellen des Abfalls wieder hervor. Durch mehrfältige solche Einstürze wird der Küstenrand der Steppe ausserordentlich zerrissen, zerbröckelt, abgestuft, und dabei überdecken die hereingefallenen Massen mehrfältig den Küstenabfall in einer Breite von 100 bis 200 Faden und darüber. Es werden dann Fusswege darin geführt, und wenn keine weiteren Einstürze zu befürchten sind, sogar Pflanzungen angelegt, Strauchwerk gezogen, wie z. B. in der Nähe von Odessa.

Die eigenthümlichen Veränderungen, welche die Steppenküste an den Flussmündungen unter Mitwirkung des Meeres erleidet, die Bildung von stehenden, seeartigen Wasseransammlungen vor der Ausmündung der Flüsse, ist schon oben, S. 493, beschrieben worden.

Im Süden Nordamericas liegt in den Buchten der Meeresküsten zwischen Mobile in Alabama und New-Orleans, ebenso in der Nachbarschaft von Franklin in Luisiana und auf den zahlreichen Inseln an der Mississippimündung eine feste Muschelbank, die aus Arten zusammengesetzt ist, welche gegenwärtig jene Gewässer bevölkern. Der Golf von Mexico ist auf eine Strecke von mehreren hundert Meilen von einer Muschelablagerung eingefasst, die einzig aus den Schalen der *Cyrena caroliniensis* besteht, denen einzelne Individuen von *Rangia cyrenoides (Gnathodon)* beigesellt sind *). An den Ostküsten

*) Conrad: American Journ. 2e. ser. Vol. II. 1846; Ch. Lyell: Proced. geol. Soc. of London, Vol. IV. 1842.

von Florida dauert die Anhäufung und Verkittung von Muscheltrümmern zu festen Bänken ununterbrochen fort. Die Insel Anatasia ist ganz und gar aus solchen Bänken zusammengesetzt, in denen lauter Muscheln des heutigen Küstenmeeres liegen. Aufsteigend am Bache Saint-Jean beobachtete CONRAD auf dem rechten Ufer eine Bank von *Ostrea virginiana* 3 bis 4 Meter über dem jetzigen höchsten Wasserstand, und ähnliche sah er in der Bucht von Tampa. Die kleinen Inselchen an der Ost- und Südküste von Florida bestehen aus Bänken, deren Masse Myriaden lebender Seemuscheln umschliesst, die identisch mit denen von Cuba sind. Auf dem Inselchen *Indian-caye* ist das Muschelgestein hart, löcherig und enthält 4 Arten Neritina. Alle diese Inselgebilde ruhen auf Corallenriffen.

Vulcanische Thätigkeit während der Periode der Diluvialbildungen.

Die vulcanische Thätigkeit während der Diluvialperiode gibt sich zunächst dadurch zu erkennen, dass die geschichteten Tuffe, Kalke, Trümmergesteine, Muschelbänke u. s. w. an vielen Orten aus der ursprünglichen horizontalen Lage gebracht, aufgerichtet oder eingestürzt und mannigfach zerrüttet sind. Als Ursache dieser Erscheinungen können wir wohl nur Erschütterungen, Bewegungen des Bodens annehmen, die durch vulcanische Kräfte hervorgebracht worden sind. Wir sehen ein Beispiel einer veränderten Stellung von Diluvialschichten bei dem Kalktuff im Thal von Cannstadt. S. 694. Am *Sulzerrain* sind die Tuffschichten nach allen Seiten hin *zerrissen* und wie aus einander gestossen; bei *Münster*, wo das kleine Wasserbecken, das einst die Mineralquellen und die Flusswasser erfüllten, durch einen Felsendamm von Muschelkalk geschlossen war, sieht man die Tuffschichten nach verschiedenen Richtungen *eingestürzt*. Der darüber liegende Löss aber hat in seiner ursprünglichen Lage keine Veränderung erlitten. Die gewaltigen Erschütterungen, welche die Stellung der Tuffschichten verändert, ohne Zweifel auch den Felsendamm bei Münster gesprengt und die Thalspalte hervorgebracht hat, durch welche man heute die Neckarwasser abfliessen sieht, sind also in der Zeit eingetreten, welche nach erfolgtem Absatz des Kalktuffs bis zur Ablagerung des Löss verstrichen ist.

Am Nordende des Bodenseebeckens ragen im *Hegau* die phonolithischen Tuffe bei *Worblingen*, *Rielasingen* und *Gottma-*

dingen unmittelbar aus den mächtigen Geröllmassen hervor, welche diesen Theil des Seebeckens erfüllen und aus alpinischen Gesteinen bestehen. Diese Tuffe erscheinen als Trümmermassen, welche aufsteigende Klingsteine, die nicht ganz an den Tag getreten sind, vor sich her geschoben haben. Der schöne Klingsteinberg *Hohentwiel* steigt unmittelbar aus den Geröllbildungen auf und ist von einer mächtigen Conglomerathülle umschlossen, an deren Rand man zahlreiche Gerölle von alpinischem Granit und Gneis in das Trümmergestein eingeschlossen sieht. Ein schlagender Beweis, dass dieser Berg durch die Geröllmasse aufgestiegen ist. Der hoch aufsteigende basaltische *Hohenhöwen* ist an der Süd- und Ostseite von Diluvialmassen umgeben; die mächtigen Tuffe und Conglomerate des basaltischen *Höweneck* liegen im Thal gegen Mauenheim herab auf *Geröllen*.

In *Steyermark* steigen, wie es L. v. Buch *) schon vor vielen Jahren nachgewiesen hat, *Basalt-* und *Trachytberge* unmittelbar aus Geröllmassen auf. Da, wo vor Grätz das Alpengebirge auf beiden Seiten ausweicht und viele Meilen weit Alles von Gebirgstrümmern überdeckt ist, erhebt sich nach v. Buch eine ganze Reihe von basaltischen Bergen. Zunächst steigt aus der ungeheuern Masse von Geröllen der hohe und steile *Kapfenstein* herauf. Er besteht aus lockerem basaltischem Conglomerat, das kleinkörnige Granite einschliesst, die von den Granitgeröllen verschieden sind, welche seinen Fuss in Menge unmittelbar umgeben. Eine ähnliche Zusammensetzung hat die noch höhere und steilere Riegersburg und der *Stradtner-Kegel*, wie auch die Berge bei *Poppendorf*, *Waxenegg*, bei *Fehring*, und die Kuppen bei *St. Anna* und Feldbach bestehen aus dem lockeren Conglomerate. Am südlichsten dieser Berge, am Kegel von *Klech* über *Radkersburg*, sieht man endlich in dem tiefen Spaltenthal, das durch das Conglomerat gerissen ist, festen *Basalt*, der oben Granitstücke einschliesst. Aber auch diese Granitstücke weichen von denen der umschliessenden Gerölle ab; es kann der Basalt dieselben also wohl aus der Tiefe von einer Granitmasse gebracht haben, durch welche er aufgestiegen ist. Die beiden trachytischen *Gleichenberge* steigen ebenfalls aus Geröllmassen auf.

*) Taschenbuch für Mineralogie von Leonhard, 1821, Bd. XV. S. 457.

Im Kirchenstaat sieht man nach Pareto *) in den diluvialen Kies- und Sandmassen, welche den Grund der Thäler des Tertiaergebirges bedecken, eine grosse Menge Bruchstücke vulcanischer Gesteine, während eine analoge tertiaere Kies- und Sandmasse davon Nichts enthält. Eine Anzeige von vulcanischen Bewegungen in der Diluvialzeit. Das Gleiche zeigt auch das Gebilde der Toscanischen *Panchina;* längs der Küsten des Kirchenstaates sieht man Trümmer vulcanischer Mineralien und Felsarten darin **).

In *Etrurien* und auf *Sardinien* erfolgten vulcanische Ausbrüche *nach* der Bildung der jüngsten Glieder des Tertiaergebirges. Es bedecken Lavenschichten die Subapenninenbildung und darüber sind Diluvial-Kies- und -Sandschichten abgelagert, die stellenweise gestörte Schichtung zeigen und bis zu 60 Meter über dem jetzigen Meeresspiegel liegen ***).

Der Beobachtungen Philippi's, wornach die Insel *Ischia nach der Tertiaerzeit* durch vulcanische Kräfte aus den Gewässern emporgehoben worden ist, wurde oben (S. 851) schon Erwähnung gethan.

Nach den Beobachtungen von Croiset und Jobert †) ruht die *Montagne de Perrier*, N.W. von *Issoire*, im mittleren Frankreich, wo zahlreiche erloschene Vulcane dem Lande eine so auffallende Gestaltung geben, auf Granit. Seine unterste Masse besteht aus einer mächtigen Ablagerung von Süsswasserkalk, worauf zahlreiche Schichten von Geröllen und Sand liegen, wovon eine durch den Einfluss zahlreicher Thierreste merkwürdig ist. Die Höhe des Berges wird von vulcanischen Massen gekrönt. In der Umgegend dieses Berges sieht man über dem Süsswasserkalke viermal Geröll-Lagen der Diluvialzeit mit basaltischen Massen wechseln. Die knochenreichste Lage, 9 bis 10 Fuss mächtig, lässt sich weithin am Fusse der Montagne de Perrier verfolgen und im Cousethale auf der gegenüberliegenden Seite. Die Thierreste sind: *Elephas*, *Mastodon*, eine oder zwei Arten, *Hippopotamus*, *Rhinoceros*, *Tapir*, *Pferd*, *Eber*,

*) Giornale arcadico 1844.

**) Pareto: Sulla costituzione geognostica delle isole Pianosa, Giglio etc., in den Ann. dell' J. et R. università di Pisa, Vol. I. 1844—1845.

***) De la Marmora, Atti della sec. reunione d. nat. ital. Turino 1840.

†) Croiset et Jobert, Recherches sur les oss. foss. du Dép. du Puy de Dome, Ann. des Senat. t. XV. 1828.

Tiger, vier bis fünf Arten; Hyäne zwei; Bär drei; Hund, Biber, Hase, Wasserratte, Hirsch, Ochs. Die Thiere sind von dem verschiedensten Alter, ihre Reste unter einander gemengt, die Knochen nicht gerollt, aber oft gebrochen und bisweilen angenagt. Dazwischen liegt eine Menge Koth der Fleischfresser und auch Braunkohlen, die Reste von Pflanzen, die einst die Nahrung von vielen dieser Thiere gewesen sind.

Der Süsswasserkalk, auf welchem der erste Basaltstrom liegt, der also älter als dieser ist, enthält Reste vom *Anthracotherium*, *Lophiodon*, *Anoplotherium*, die ein tertiaeres Alter desselben anzeigen.

Bertrand de Doue *) beschreibt das Vorkommen der Reste von Thieren der Diluvialzeit unter basaltischen Strömen zu St. Privat d'Allier im Velay. Hier liegt von oben nach unten: a) dritter und neuester basaltischer Strom; b) zweiter Lavastrom, 12 Fuss stark; c) graue vulcanische Asche, 2 bis 4 Decimeter stark; d) Tuff und zusammengebackene Schlacken, 3 und mehr Fuss mächtig, in deren oberem Theil die Knochen eingeschlossen sind; e) ältestes, unterstes Basaltplateau, das auf Gneis ruht. Die Knochen gehören zu *Rhinoceros* leptorhinus, Hyaena spelaea, und sehr viele zu noch unbestimmten Hirscharten. Die Knochen sind durch den sie bedeckenden Lavastrom wenig verändert, aber zerbrochen und auf einem ebenen, aber eingeschränkten Platze unregelmässig zerstreut, der wohl der Zufluchtsort der Hyänen war, die hier nach der Beschaffenheit der Gegend den besten Schutz fanden. Hierhin scheinen sie lange Zeit ihre Beute zusammengeschleppt zu haben.

Deutliche Beweise vulcanischer Thätigkeit in der Diluvialperiode sieht man nach Robert **) zu *Cussac*, Dép. Haute-Loire. Auf Granit liegen hier Mergel ohne Versteinerungen. Darüber liegen zu Solihac thonige Mergel, 2 bis 3 Fuss mächtig, mit Glimmerblättchen, Quarzkörnern, vulcanischer Asche, Basaltgeröllen; auch umschliessen sie Abdrücke von Graspflanzen und ganze Skelette von Auerochsen und Hirschen und andere Knochen. Ueber diesen thonigen Mergeln kommen Lagen von

*) Edinb. Journ. of Sc. Vol. II. neu series 1830.

**) Robert, Mém. sur les oss. foss. des env. de Cussac (Haute-Loire) in den Ann. sc. litt. et ind. de l'Auvergne, t. III. und in Ferussac, Bulletin des sc. nat. et de géologie, t. XXIII. 1830.

vulcanischem Sand, 6 bis 9 Fuss mächtig, mit kleinen Rollsteinen von Basalt und Granit, worin Reste von *Wiederkäuern* und *Pachydermen* liegen, deren Knochen mehr oder weniger zerbrochen sind. Hierauf folgen ähnliche Sandmassen von festerem Zusammenhang, mit grossen eckigen Blöcken von Granit und Basalt, Eisennieren und Knochen, die der Einwirkung der Luft scheinen ausgesetzt gewesen zu sein, bevor sie eingeschlossen wurden. Alle diese Theile sind durch Eisenrost verkittet und ein eisenschüssiger Sand wechselt in Lagen mit der Sandmasse oder liegt darüber. Darin wurden zu *Cussac* gefunden: *Elephas primigenius*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Tapirus Arvernensis*, zwei *Pferdearten*, *Hirscharten*, *Bos Urus* und *Antilope*. Das Vorkommen ganzer Skelette von jungen und alten Individuen deutet an, dass die Thiere hier von einer plötzlichen Katastrophe überrascht worden sind.

Im *Velay* haben sich die vulcanischen Ausbrüche unter interessanten Verhältnissen ereignet. Hibbert *) schliesst aus seinen dort gemachten Beobachtungen, dass die untersten Schichten, die auf die Kreide folgen, im Velay in Süsswasserseen abgesetzt wurden und die Reste von Palaeotherium und Anthracotherium, von Land- und Süsswassermuscheln, sowie von Pflanzen einschlossen. Die grosse Mächtigkeit dieser Ablagerung, 450 Fuss, zeigt eine lange Dauer dieser Bildung an. Darauf wurden die sumpfigen Gegenden mit Wäldern bedeckt, mit Thieren bevölkert. Die gewöhnlichen Veränderungen der Oberfläche hatten zur Folge, dass Reste von Pflanzen und Thieren begraben und erhalten wurden, von letzteren Rhinoceros leptorhinus, Hyaena spelaea, Hirsch- und Ochsenarten. In dieser Zeit ereigneten sich vulcanische Ausbrüche. Basalte und Trachyte durchbrachen die Süsswasserschichten, und Lavaströme ergossen sich darüber. Pflanzen wurden dadurch getödtet, in vulcanische Lagen begraben, wie man es zu Collet, Ronzal und an anderen Orten sieht. Während dieser Ausbrüche wurden die Richtungen der fliessenden Gewässer sehr verändert; Lavaströme sperrten einige Rinnsale ab, es entstanden Seen, in denen sich verschiedene, sonderbare, gemischte Absätze bildeten, aus denen seltsame Gesteinsarten hervorgingen.

*) Hibbert, on the fossil remains of the Velay. Edinb. Journ. of Sc. Vol. III. 1830.

Unter den zusammengeführten Rollsteinen befinden sich viele grosse abgerundete Basaltblöcke; diese deuten auf beträchtliche Fluthen hin, die an einzelnen Stellen gewirkt haben. Auf diese stürmische Periode folgte Ruhe; die grossen Blöcke wurden von Sand und Thon bedeckt, die sich in regelmässigen Schichten absetzten, wie man dies bei Cussac sieht.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in *Deutschland* ausser den vulcanischen Kegelbergen des *Hegaus* die Thätigkeit noch vieler anderer, jetzt erloschener Vulcane, und dass viele Basaltbildungen der Diluvialperiode angehören. Mit Bestimmtheit können wir dieses vom *Kaiserstuhl* im Breisgau sagen. Von ihm auslaufende Gänge haben am Schönberg bei Freiburg Tuff- und Conglomeratmassen durch den mittleren braunen Jura (Dogger) herausgestossen, wobei ohne Zweifel die Aufrichtung der Schichten des dortigen *jüngsten Tertiaergebildes* erfolgt ist. Der *Löss* aber liegt am Kaiserstuhl in gleicher Höhe, wie am Schwarzwalde, enthält in seinen untersten, auf den augitischen Gesteinen ruhenden Lagen Geschiebe davon, und zeigt nirgends eine Veränderung durch dieselben. Das seltene Vorkommen von Gneisstücken in dem Klingstein von Oberschaffhausen berechtigt noch nicht zu der Annahme, dass sie aus dem Rheinschuttland abstammen und dass die Emporhebung des Gebirges nach der Ablagerung der Rheinthalgerölle erfolgt sei. Die Gneisstücke sind eckig, haben keine Geröllform. Da die Gneise in dem Rheinschuttland überdies sehr sparsam vorkommen, so ist es wahrscheinlich, dass die Stücke, die wir davon in dem vulcanischen Gestein eingeschlossen sehen, aus der Tiefe heraufgebracht worden sind. Nach den Verhältnissen aber, unter welchen die vulcanischen Massen am Schönberg hervorgetreten sind fällt die Emporhebung dieses vulcanischen Gebirgs jedenfalls in die Diluvialperiode, und wahrscheinlich in den Zeitraum zwischen den jüngsten Tertiaerbildungen und der Ablagerung des Löss.

Hat man die sämmtlichen *Basalte*, welche den *schwäbischen Jura* durchbrochen haben, als gleichzeitige Bildungen zu betrachten, so gehören nach den Verhältnissen, unter welchen eine dieser Massen in der Nähe von Ulm auftritt, auch diese basaltischen Bildungen der Diluvialepoche an. Das Dorf *Bottingen* auf der sogenannten Münsinger Alb, 10 Stunden von Ulm, liegt in einer kraterähnlichen Vertiefung auf einem *Basalt-Tuff*, welcher zahlreiche Exemplare der *Helix moguntiaca* Deshayes ein-

schliesst, einer Landschnecke, welche für die Mainzer *miocene Tertiaerbildung* charakteristisch und ein Analogon der heutigen Helix hortensis ist. Hiernach fällt die Bildung der *Schwäbischen Basalte* wohl mit dem Hervortreten der *Hegauer* vulcanischen Kegelberge zusammen, welche unsere jüngsten Tertiaerschichten, die Molasse, durchbrochen haben, und durch die Geröllmassen des Diluviums aufgestiegen sind.

So vielfach auch die Beweise vulcanischer Thätigkeit in der Diluvialperiode sind, so kennen wir doch bis jetzt kein einziges Beispiel von Emporhebung einer Gebirgskette, von weithin ausgedehnter Aufrichtung oder Veränderung der ursprünglichen Schichtenlage während der Diluvialepoche. Die grossartigen Wirkungen aus dem Erdinneren heraus, welche in den älteren geologischen Perioden so mächtig in der Emporhebung ganzer geschichteter Gebirgsketten auftraten, sind in der Diluvialzeit erloschen, und erscheinen in geringem Maasstab und mit kleiner localer Begrenzung nur noch als vereinzelte kleinere vulcanische Bildungen.

In der letzten Zeit der langen Diluvialperiode erhielten die Continente im Allgemeinen das Oberfläche-Ansehen, das sie jetzt zeigen, und traten sie in dasjenige Verhältniss zu den Meeren, in welchem wir sie heute beharren sehen.

Man ist in der neuesten Zeit darin übereingekommen, die verschiedenen Bildungen des Diluviums, geschichtete und nicht geschichtete, Meeres-, Fluss-, See- und Landbildungen, feste und lose, unter dem Namen *Quaternaer-Gebirge* zusammenzufassen. Dieselben Ablagerungen hat Ch. Lyell *) mit dem Namen *Neuere Pliocen*-Bildungen oder *Pleistocene* Bildungen bezeichnet.

*) Geological Manual.

II. Tertiaergebirge.

Syn. Terrain tertiaire; Tertiary strata, tertiary formations; Supracretaceous Group.

Mit diesem Namen werden die Schichten bezeichnet, welche *zwischen* dem *Diluvium* oder *Quaternaergebirge* und der *Kreidebildung* liegen. Letztere wird zum *Secundaer*-Gebirge gerechnet, welches auch eine Schichtenreihe *unter* der Kreide umfasst. Auf diese Weise ist man zu einer einfachen Benennung gelangt, welche die stufenweise Aufeinanderfolge angibt.

Das eigenthümliche Auftreten und die Vertheilung der Tertiaerbildungen über die Oberfläche der Continente, zeigt augenfällig an, dass während der Tertiaerzeit wohl noch die Hälfte der gegenwärtigen Oberfläche der Erde unter das Meer getaucht war. Mit der Zunahme des Flächengehalts des Landes durch Hebungen, welche neue Theile des Felsenbaus über das Niveau der Gewässer stellten, trat eine vermehrte Wirkung des Meeres auf die Küsten, und der fliessenden Gewässer auf die Felsen des Landes ein. Durch Zerstörung der Gesteine an den Seeküsten und Herbeiführung von Schutt und Schlamm durch die Flüsse wurden neue Schichten gebildet, wo diese Materialien sich in ruhigem Wasser absetzen konnten. Je mehr Land trocken gelegt wurde, um so ausgedehnter erfolgten diese Bildungen. Mit der Vergrösserung der Oberfläche des Landes war eine zahlreichere Entwickelung von Pflanzen und Thieren verbunden. Es ist augenfällig, wie die Zahl der Arten, die Verschiedenheit der Formen und die Grössenverhältnisse mit der Vergrösserung des Flächengehalts des festen Landes zunehmen. Wiederholte Hebungen, Senkungen der Länder unter den Spiegel der See hatten die Bildung vieler mit einander mehr oder weniger zusammenhängender Wasserbehälter zur Folge. In jedem derselben setzten sich Schichten ab, siedelte sich eine Flora an und lebte eine Reihe Thiergeschlechter. Wie nach und nach das Land in seinem Verhältniss zum Meer sich vergrösserte, entstanden mehr und mehr Buchten, Binnenmeere, Seen, die das Material aufnahmen, das die mit ihnen in Verbindung stehenden Systeme der fliessenden Gewässer herbeiführten, verschieden nach der mineralogischen Beschaffenheit des Bodens,

den die Wasser durchflossen. Die zahlreichen und über grosse Flächen ausgebreiteten *Süsswassergebilde*, welche im Tertiaergebirge am ausgezeichnetsten auftreten, zeigen an, dass zur Zeit seiner Bildung grosse Landseen bestanden. Die vielen Reste grosser Quadrupeden, die in *Süsswassergebilden* (terrains d'eau douce, freshwater formations) eingeschlossen sind, geben einen weiteren Beweis für das Vorhandensein grosser Länder. Die Meeresproducte fehlen darin gänzlich. Die Thier- und Pflanzenreste, welche man darin findet, gehören entweder Arten an, die in Seen und Flüssen leben, oder aber auf dem Lande.

In manchen Schichten sind Land-, Süsswasser- und Meeresproducte mit einander gemengt. Diese können in Flussmündungen abgesetzt worden sein.

Das Tertiaergebirge setzt grosse und ausgedehnte Massen der Erdrinde zusammen, und ist, wie man jetzt weiss, über den ganzen Erdball verbreitet. Vor dem Jahre 1810 war es demungeachtet so gut wie unbekannt. Man übersah das Lagerungsverhältniss, den inneren Zusammenhang seiner Glieder, verkannte den Werth der organischen Reste, und nannte einzelne bekannte Glieder der Reihe, die man da und dort beobachtet hatte, ohne sie jedoch mit einander genauer zu vergleichen, *locale* Gebilde. Da gaben Brongniart und Cuvier ihre Beschreibung der Gebirgsbildungen um Paris heraus *), lehrten uns die Reihe von Ablagerungen kennen, die im Seinebecken zwischen der Kreide und dem Schuttland liegt, schilderten jedes einzelne Glied mit der grössten Genauigkeit, zeigten, wie jede Abtheilung von Schichten bestimmte Versteinerungen enthalte, stellten treffende Vergleichungen mit den Gebilden verschiedener anderer Orte an, zeigten ihre Analogie mit den Gebirgslagern der Pariser Gegend, machten auf die allgemeine Verbreitung aufmerksam, und gaben der Gesammtheit der beschriebenen Massen den obigen Namen. In der neuen Ausgabe des classischen Werkes vom Jahr 1822 **) wurden die Vergleichungen der tertiaeren Gebilde von Paris mit ähnlich gelagerten und zusammengesetzten fremden Gebirgsbildungen weiter ausgeführt, und alle Einwendungen gegen die allgemeine Verbreitung die-

*) Géographie minéralogique des environs de Paris et déscription des terrains, qui composent le bassin où est située cette capitale. 1810.

**) Déscription géologique des environs de Paris. 1822.

ser jüngeren Gebirgslager widerlegt. Beobachtungen auf der Insel Wight und in dem Becken von London, von englischen Gebirgsforschern angestellt, bestätigten auf das Vollkommenste die Richtigkeit der Schlüsse, welche Brongniart aus seinen ersten Beobachtungen im Becken von Paris gezogen hatte, und bald waren nun die tertiaeren Lager von Paris, oder solche, die mehr mit jenen von London und Wight übereinstimmten, in mehr und weniger vollständiger Aufeinanderfolge in allen Ländern aufgefunden. Eine grosse Anzahl neuer Beobachtungen erweiterte die Kenntniss des tertiaeren Gebirges so bedeutend, dass es jetzt, während es vor vierzig Jahren noch kaum dem Namen nach bekannt war, zu denjenigen Gebirgsbildungen gezählt werden darf, von welchen wir eine ziemlich vollständige Kunde haben.

Die hier vorkommenden Gesteine bestehen vorzüglich aus Thon, Sand, Mergel und Kalk; auch Sandsteine und Conglomerate bilden beträchtliche Massen, die mitunter eine grosse Festigkeit haben. Auf mechanischem Wege entstandene Gebilde sind vorherrschend. Als Producte chemischer Action können einige Kalke, Gyps, Steinsalz und gewisse Kieselmassen betrachtet werden. An organischen Resten ist kein Gebirg reicher, als das tertiaere, und keines schliesst wohl verschiedenartigere Reste ein. Man findet hier die meisten *Säugethiere*, insbesondere Dickhäuter und Fleischfresser, Vögel, Cetaceen, Reptilien, vorzüglich aus der Ordnung der Chelonier, Fische, Crustaceen, viele Insecten u. s. w. Die Schalthiere machen indessen den grössten Theil aus, sind im Allgemeinen wohl erhalten, calcinirt, gehören *Gattungen* an, welche fast alle jetzt noch leben, und namentlich solchen, die sich an den Küsten aufhalten. In den jüngsten Lagen des tertiaeren Gebirges kommen überwiegend solche *Arten* versteinert vor, welche jetzt noch leben. Es sind diess jene Lagen, die unmittelbar vom Diluvium bedeckt werden, und in dieses gleichsam verlaufen. Ueber viertausend fossile Schalthiere sind schon bestimmt. Diese grosse Anzahl Petrefacten macht es beim tertiaeren Gebirge schwer, dieselben zur positiven Bezeichnung des Ganzen zu verwenden; einfacher und leichter ist es, wenn man in dieser Beziehung angibt, welche Thierreste im tertiaeren Gebirge nicht vorkommen. Es kommen darin weder *Belemniten*, noch *Ammoniten* vor, welche in den tieferen Gebirgslagern häufig sind.

Die Zahl der Muschel- und Schnecken-*Geschlechter* (Genera), die in den verschiedenen Abtheilungen des Tertiaergebirges bis jetzt aufgefunden worden sind, beträgt schon über 300; die Zahl der *Arten* über 4000. Eine grosse Anzahl dieser Arten stimmt mit denen der heutigen Schöpfung überein. Philippi hat bei seinen Untersuchungen der jüngsten Tertiaergebilde Süditaliens und Siciliens alle darin gefundenen Conchylienarten sorgfältig mit den lebenden verglichen *) und dabei gefunden, wie die fossilen *Arten* des dortigen Tertiaergebirges durch das Quaternaergebirge hindurch einen vollkommenen *Uebergang* in die gegenwärtig in den nahen Meeren *lebenden* Conchylienarten bilden und so eine Verbindung der Tertiaerfauna mit derjenigen der Gegenwart vermitteln. Gewisse Arten sind allmählig verschwunden und andere an ihre Stelle getreten, bis so die Conchylienfauna der Tertiaer- und Quaternaerperiode in die gegenwärtige Fauna übergegangen war.

Das numerische Verhältniss der fossilen Arten stimmt hinsichtlich ihrer Vertheilung in die Ordnungen der Weichthiere sehr nahe mit dem Verhältniss überein, das die heutige Schöpfung zeigt. Die *Gasteropoden* sind ebenfalls weit überwiegend; nach diesen die Pelecypoden am zahlreichsten. Die eigentlichen Schnecken erscheinen also in grosser Mehrzahl. Bezeichnend ist auch die Menge von *Land-* und *Süsswasserconchylien.*

Ein besonderes Interesse gewähren die *fossilen Pflanzen* des Tertiaergebirges. Sie gehören zum grössten Theil untergegangenen Arten an. Doch sind die Unterschiede zwischen fossilen und jetzt noch lebenden Arten bei den Pflanzenresten der jüngsten Tertiaerbildungen oft nur sehr gering, und manche Arten können von lebenden nicht wohl unterschieden werden. Im Allgemeinen lassen sich aber alle auf noch lebende Geschlechter zurückführen.

Die Flora des Tertiaergebirges bildet Ad. Brongniart's **) vierte Vegetationsperiode der Erdrinde und wird durch das

*) Enumeratio molluscorum Siciliae, Halle 1843. — Fauna molluscorum regni utriusque Siciliae, cum viventium tum in tellure tertiaria fossilium, quae in itinere suo observavit. 1844.

**) Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles, Paris 1828. — Histoire des végétaux fossiles, ou Recherches botaniques et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du globe, II. Vol. in 4. Paris 1828—1846. Avec 193 pl.

Auftreten der *Dicotyledonen* bezeichnet und das numerische Uebergewicht, das sie hier über die anderen Pflanzen ausüben. Sie sind wenigstens fünfmal zahlreicher, als die Monocotyledonen. Von Farnkräutern, Equiseten und Moosen finden sich nur wenige. Die Agamen werden durch verschiedene Arten von Meerespflanzen, namentlich durch Fucoiden, vertreten.

Das Verhältniss der verschiedenen Pflanzenclassen zu einander scheint in der Mitte der Tertiaerperiode schon sehr nahe dasselbe gewesen zu sein, wie das heutige, und man kann wohl sagen, dass die Vegetation, welche die Erde zur Zeit der Ablagerung der jüngeren Glieder des Tertiaergebirges bedeckte, eine grosse Uebereinstimmuug mit der gegenwärtigen zeigt. Es treten insbesondere auch *Süsswasserpflanzen* auf, die man in älteren Schichten nicht mehr findet. Aber das Klima der Tertiaerzeit war vom heutigen verschieden; es war *wärmer*, es war theils ein tropisches, theils ein *subtropisches*. Die zahlreichen *Cycadeen* und *Palmen*, die in den unteren und mittleren Lagen vorkommen, konnten nur in einem *warmen* Klima das günstige Wachsthum haben, und nur darin weit über ihren jetzigen Verbreitungsbezirk hinaus, bis über die Mitte von Europa herauf vegetiren. Heute treten an der Südküste Spaniens Cycadeen als Vorposten der noch südlicheren Palmenregion auf. In keiner anderen geologischen Periode waren die Palmen zahlreicher, als in der tertiaeren, da von den bekannten 56 fossilen Arten, die in allen Perioden zerstreut sind, im Tertiaergebirge allein 42 vorkommen, und zwar im unteren 17, im mittleren 25. Sie waren also zahlreicher, als in der Gegenwart, da sie jetzt nur $^1/_2$% aller lebenden Phanerogamen ausmachen. Ihre Begleiter sind Laurineen, Anacardiaceen, Xanthoxyleen, Apocyneen, Formen, welche heute theils den Wendekreisen, theils den mildesten Gegenden ausserhalb derselben angehören *).

An anderen Stellen hat man immergrüne Laubhölzer neben solchen mit häutigen Blättern gefunden, aber ohne Palmen, und eine augenfällige Verwandtschaft derselben mit Bäumen des südlichen Nordamericas, Südvirginiens und Hochmexicos beobachtet, wo die mittlere Jahrestemperatur 12° bis 15° beträgt. Mehrfältig gibt sich auf solche Weise *geographischer* Einfluss

*) Unger, über die fossile Flora von Parschlug in Steyermark, Jahrb. f. Min. 1848.

und ein *Beginn climatischer* Unterschiede zu erkennen. Es war indessen die climatische Verschiedenheit in der Tertiaerperiode noch nicht so weit ausgebildet, dass *Torfmoore* hätten entstehen können, die in der Diluvialzeit so charakteristisch auftreten.

Die Flora der Tertiaerzeit tritt noch ganz besonders charakteristisch durch ihre *Wäldervegetation* auf. In den Ablagerungen der älteren Perioden hat man wohl sichere Anzeigen von Stigmariawäldern eigenthümlicher Art, welche die Seeküsten bedeckten, Ueberschwemmungen ausgesetzt waren und das Hauptmaterial der Steinkohlenbildung gewesen sind. Aber zusammenhängende *Laubholzwälder* hatte vor der Tertiaerzeit keine andere ältere. Wälder auf der Ebene und auf Gebirgen mildern die Temperatur und machen sie gleichförmiger. Durch Ausstrahlung der Wärme vermittelst der Krone der Bäume, durch den Schutz des Bodens gegen die Bestrahlung der Sonne und auch noch durch Ausdünsten der Feuchtigkeit durch die Blätter wirken sie *abkühlend*, wobei die abgekühlte Luft in den beschatteten Raum unter den Bäumen niedersinkt. Auf diese Weise wirken sie als Sammler der Feuchtigkeit, als Ernährer des Regens und Versorger der Quellen und Flüsse mit reichlichem Wasser. In älteren Bildungen, früher als im Tertiaergebirge, nimmt man daher keine Spuren von Flussbetten wahr, und ohne Zweifel stehen mit dem Auftreten der zusammenhängenden Laubholzwälder auch die vielen Süsswasserbildungen in ursächlicher Verbindung, die so allgemein in dieser Periode verbreitet sind.

Auch für die Ernährung der Thiere waren diese Wälder von grosser Bedeutung. Von den rauhen Farnkräutern, Schachtelhalmen, Palmen, Cycadeen, Nadelhölzern vermochten sich verhältnissmässig nur wenige Thiere zu nähren, die auf Pflanzennahrung angewiesen sind. Ohne Wälder und Schutz des Bodens durch die Bäume konnte keine Futtermannigfaltigkeit bestehen. Es wurden also durch die tertiaeren Wälder die Bedingungen der Existenz der vielen *pflanzenfressenden Säugethiere* gegeben, die das Tertiaergebirge so sehr auszeichnen, sowie auch der *Fleischfresser*, die jene verzehren. Damit hängt auch das Auftreten der *Vögel* zusammen, die wir in älteren Bildungen, *vor* der tertiaeren, nicht fossil finden, sowie das zahlreiche Auftreten von *Insecten* in wahrhaft überraschen-

dem Verhältnisse. Während man aus den älteren Erdperioden im Ganzen gegenwärtig erst 126 Insectenarten kennt, hat man allein in den beiden tertiaeren Ablagerungen zu *Oeningen* und *Radeboj* 443 Arten aufgefunden, worunter sich alle *sieben* Insectenordnungen befinden, welche die jetzige Schöpfung aufweist *).

Denken wir uns einen weit ausgedehnten, schattigen Wald, dicht bestanden und dunkel, von Bächen durchzogen, stellenweise sumpfig und morastig; so haben wir die Bedingungen für die Existenz vieler Insecten. Auch für die *Pachydermen*, welche in der Tertiaerzeit so zahlreich und mit so eigenthümlichen Formen auftreten, waren solche feuchte Waldgründe die zusagendsten Aufenthaltsorte. Welche mächtige Einwirkung der Wäldervegetation auf die Fauna! **)

Der Charakter der Schalthiere ist in dieser Periode noch ganz universell und auf beiden Hemisphären im Wesentlichen derselbe. Die aber in keiner früheren Periode und also erst spät, in der Tertiaerzeit auftretende *Säugethierfauna*, trägt keinen universellen Charakter. Die Europäische ist von der Americanischen und Indischen schon im Anfang der Periode, in den ältesten Schichten sehr verschieden, jedoch mehr *geographisch* als klimatologisch begrenzt. Am schärfsten zeigt sich die geographische Abgeschlossenheit der Säugethierfauna in der jüngsten Tertiaerzeit, in welcher auch die Conchylien den in der Gegend lebenden sich ähnlicher zeigen, obwohl immer noch viele derselben auf *wärmere* Meere hinweisen.

Hebt man die Hauptcharaktere der Flora und Fauna der Tertiaerzeit hervor, so erscheint sie als ein scharf bezeichneter geologischer Abschnitt. Von der darunter liegenden Kreidebildung ist das Tertiaergebirge scharf geschieden durch das Aufhören der *Belemniten* und *Ammoneen* (S. oben S. 866), sowie der *Exogyren* und *Nerinaeen*. Für sich erscheint es bestimmt charakterisirt durch den Reichthum an Säugethieren, an *Gasteropoden-Arten* der *Siphoniferen* und *Pulmonaten-Geschlechter* (welche Familien in älteren Perioden untergeordnet erscheinen) und an *Balaniden*. Unter den Fischen treten charakteristisch hervor die *Rajiden*, unter den Reptilien die *Schlangen*, die *Ba-*

*) O. Heer: zur Geschichte der Insecten. Jahrb. f. Min 1850, S. 17 ff.

**) Vgl.: Bronn, Geschichte der Natur, Bd. III. Th. 2, S. 904, 905, 907.

trachier und *Chelonier*. Die Tertiaerflora zeichnet sich durch das massenhafte Erscheinen der Dicotyledonen, der *Cupressiten*, *Pandanaceen*, der vielen corollifloren Pflanzenformen und durch den Reichthum an *Palmen* aus.

Das Verhältniss und die Formen, in welchen Pflanzen und Thiere in den ältesten Tertiaerschichten auftreten, ihr zunehmendes numerisches Verhältniss in den mittleren Schichten und die mehr und mehr nach oben hervortretenden Formen der jetzt noch lebenden Organismen: diese Verhältnisse der Flora und Fauna des Tertiaergebirges zeigen an, wie während dieser Periode der *Flächengehalt* des Landes sich *vergrössert*, wie aus *Inselländern* nach und nach *Continente* entstanden sind und wie während der ganzen Dauer der Periode ein *wärmeres Klima* geherrscht hat, das in der ältesten Zeit tropisch, später subtropisch war, und am Ende der Periode noch den milden Charakter des Klimas an den Wendekreisen hatte.

Die im Allgemeinen mehr lockere und weichere Beschaffenheit der Gesteine des Tertiaergebirges im Vergleich mit den Gesteinen älterer Gebirgsbildungen hat ihren Grund darin, dass diese Schichten nicht mehr unter dem Einfluss des ungeheuern *Druckes* hoch darüber aufgethürmter jüngerer Schichten standen und in der Regel auch nicht durch Einwirkung plutonischer oder vulcanischer Eruptionen und Hebungen *verändert* worden sind. Man sieht die gleiche weiche und zerreibliche Beschaffenheit der Gesteine auch bei viel älteren Schichten, wenn sie nach ihrem Absatze in den bezeichneten Verhältnissen geblieben sind. Murchison *) fand in den weiten Niederungen des europäischen Russlands die Gesteine des Permischen Systems und der noch älteren Bildungen da, wo sie unbedeckt von jüngeren Schichten und ungestört durch plutonische Hebungen sich in der ursprünglichen horizontalen Lage erhalten haben, meistentheils mürbe, weich, zerreiblich, ja zum Theil aus lockerem Sand und plastischem Thon zusammengesetzt.

Wo dagegen das Tertiaergebirge in den *Alpen* auftritt, in dem Gebirge, in welchem die plutonische, metamorphosirende Thätigkeit unverkennbar mit der grössten Energie, in ausser-

*) Murchison, de Verneuil und v. Keyserling: Geologie des europäischen Russlands und des Urals. Deutsche Uebersetzung von G. Leonhard. Stuttgart 1848.

ordentlicher Ausdehnung, und in seinem Osten zumal in der Tertiaerzeit bis ans Ende derselben fortwirkte: da haben auch die Gesteine seiner sämmtlichen Schichten einen ganz anderen Charakter, sie sind fest, dicht, gehärtet und treten zum Theil als Schiefer auf, die man, wie einzelne Parthien der alten rheinischen Schichten (Caub), als *Dachschiefer* benutzt. Mit diesen Charakteren treten Schichten des ältesten Tertiaergebirges am Plattenberge bei Glarus in der östlichen Schweitz auf. So lange man das Alter der Schichten einseitig nach ihrem petrographischen Charakter glaubte bestimmen zu können, und daher aus der Anwesenheit fester, zum Dachdecken brauchbarer Thonschiefer auf das Vorhandensein einer alten Gebirgsbildung, des sogenannten Uebergangsgebirges schloss; so lange verharrte man auch in einem grossen Irrthum, der allzulange den Fortschritt der Wissenschaft hemmte, und namentlich die Fortschritte der alpinischen Geognosie zurückgehalten hat.

In den Alpen tritt das Tertiaergebirge mit einer ungewöhnlichen Mächtigkeit von einigen Tausend Fussen auf und hier zeigt insbesondere der älteste Theil desselben, die Nummuliten-Schichten, die mannigfaltigsten Schichtenstellungen, Biegungen, Windungen, Ueberstürzungen. Dabei überraschen auch die dunkeln Färbungen der Alpenschichten, die grauen schwarzen, mitunter kohligen Kalksteine, Mergel und Schiefer, so wie die grossen Höhen, bis zu welchen man die Gebilde ansteigen sieht. Die Nummuliten-Gesteine erheben sich in den östlichen Alpen, im Canton Glarus, am *Hausstock* bis zu 9000 Fuss, an den *Glariden* bis über 10,000 Fuss *). Alle Tertiaerschichten sind hier *vor* der Erhebung des Gebirges abgelagert worden und somit noch *antealpinisch;* man sieht sie, in Folge der unmittelbar nach ihrem Absatze erfolgten Haupterhebung, sämmtlich aufgerichtet. Die später abgelagerten *quaternaeren* Bildungen haben an diesen Veränderungen keinen Antheil genommen und befinden sich in ihrer ursprünglichen Lage.

Auch in den *Pyrenäen* treten die Nummuliten-Gesteine unter ähnlichen Verhältnissen auf. Sie erscheinen hier als das letzte *antepyrenäische* Gebilde, in der Mitte der Kette; die jüngeren,

*) A. Escher von der Linth, Gebirgskunde des Cantons Glarus, in Prof. Flues Gemälde des Cantons Glarus. Die Maasse sind in Par. Fussen gegeben.

an der Aussenseite der Pyrenäen auftretenden Tertiaerschichten (an den *Corbières*, in der *Montagne noire* u. s. w.) sind dagegen das erste Sediment, das *nach* der Haupterhebung dieses Gebirges abgesetzt worden ist, das erste *postpyrenäische* Gebilde.

Die Ablagerungsweise der Tertiaerschichten am Rand von Binnenmeeren und zwischen denselben, in Mulden und Becken, längs der Meeresküsten in Ausbuchtungen und Gebirgsbusen, die oftmals die Gestalt genauer umschriebener Becken haben, in grossen Flussthälern, die mit dem Meere in Verbindung stehen: dieses Vorkommen der tertiaeren Bildungen zeigt an, dass die Niveauverhältnisse des Landes zum Meer in der Tertiaerzeit ganz anders gewesen sind, als heute, dass sie durch häufige Hebungen und Senkungen mannigfaltige Veränderungen erlitten haben, und dass eine fortschreitende Vergrösserung der Continente statt fand. Es geht daraus auch hervor, dass die verschiedenen Becken, Buchten, Thäler *nicht gleichzeitig*, sondern *nach und nach* mit den tertiaeren Bildungen erfüllt worden sind.

Die Untersuchung der fossilen Reste der bekannten Tertiaerbecken hat dargethan, dass meerische wie Süsswasser-Becken stets am Rande eine andere Beschaffenheit haben, als in ihrer Mitte, und dass nach der Verschiedenheit der Niederschläge auch die eingeschlossenen organischen Reste verschieden sind. H. Bronn *) macht dieses interessante Verhältniss durch nachstehende Darstellung sehr anschaulich:

	Bewohner:	
Becken am Rande.	**Am Rande**	**In der Mitte**
Geringere Tiefe	höherer Regionen . . / in grösserer Anzahl .	der Tiefe / in geringerer Zahl
Lebhafter Wellenschlag .	der Brandung . . .	des Hochmeers
Kies- und Sandboden .	des Sandes und Schlammes	des reinen Wassers
Laichstellen, mit jährlichem Klimawechsel	wechselnde nach der Jahreszeit	stets die gleichen
Flussmündungen mit Süsswasser	eingeschwemmte Land- und Süsswasser-Bewohner	reine Meeresbewohner
Brackwasser hinter Scheeren	Brackwasser-Bewohner	Bewohner des Salzwassers
Gezeiten (Ebbe und Fluth)	stärkere Verschüttung	spärliche Verschüttung
Sturm	gewaltsame Zertrümmerung	ruhige Erhaltung
Zerstörung früherer Bildungen	Untereinandermengung und ungeordnete Altersfolge	ruhige Lage und geordnete Altersfolge.

*) Geschichte der Natur Bd. III. Theil 2. S. 930.

Demzufolge sind in der Mitte der Tertiaerbecken die Abtheilungen einer Bildung in der Regel am vollständigsten vorhanden, und hier die zoologischen Charaktere am schärfsten ausgesprochen; am Rande dagegen erscheinen die Glieder oder Abtheilungen weniger zahlreich, und treten die verschiedenen organischen Reste derselben, gemengt, unter einander geworfen auf, vielfältig zerbrochen. Hier zeigen sich auch Süsswasser- und Brackwasser-Bildungen und Petrefakten von Thieren, welche in solchen Wassern und auf dem Lande leben.

So interessant es auch ist, an einer Stelle eine *grosse Anzahl von Arten* (z. B. Conchylien-Arten) zu finden, so hat doch die *Zahl der Individuen der Arten* ein grösseres geologisches Interesse. Nur solche Arten, welche in zahlreichen Individuen auftreten, sind bezeichnend, charakteristisch für die Bildung, und können als „*leitend*" gelten. *Leitmuscheln* nennt man die Conchylien, die eine Ablagerung durch ihr stetes und zahlreiches Auftreten darin charakterisiren.

Von den Conchylien, welche in den Tertiaerschichten im fossilen Zustand vorkommen, stimmen viele mit den Arten der heutigen Schöpfung überein, und das Verhältniss dieser Uebereinstimmung nimmt in dem Maasse zu, als man von den tieferen Schichten zu den höheren aufsteigt, wobei man in den obersten endlich fast lauter oder keine anderen als jetzt noch lebende eingeschlossen findet. Auf den Grund dieses Verhältnisses hat Deshayes *) schon 1831 Abtheilungen des Tertiaergebirges zu machen versucht, indem die sorgfältigsten Vergleichungen und Bestimmungen der fossilen Conchylien ihm das Resultat gegeben hatten, dass in den untersten, also ältesten Tertiaerschichten 3 Procent, in den mittleren 19 Procent und in den oberen 52 Procent der sämmtlichen darin begrabenen Conchylien-Arten mit den gegenwärtig lebenden übereinstimmen. Schon etwas früher war H. Bronn **) zu ähnlichen Resultaten gelangt. Beide Naturforscher sind als Begründer einer „*statistischen Paläontologie*" aufgetreten ***).

*) Ann. des Sc. nat. 1831.

**) Italiens Tertiaergebilde und deren organische Einschlüsse. Heidelberg 1831. 8°.

***) Bronn theilt die Resultate des jetzigen Standes der „*paläontologischen Statik*" mit in der „Geschichte der Natur" Bd. III. Th. 2 und im Jahrb. für Min. 1849. S. 129 ff.

Nachdem viele Conchyliologen dieses Vorkommen identischer Arten fossiler und lebender Conchylien anerkannt hatten, versuchte Lyell die sich hiernach ergebenden Abtheilungen mit besonderm Namen zu bezeichnen, und stellte folgende Abtheilungen des Tertiaergebirges auf:

Eocäne mit . .	0,01	. 0,02	Arten (in den benachbarten Meeren) noch lebender Conchylien.
Miocäne „ . .	0.20	. . 0.30	
Pliocäne mit . .	0.60	. 0.70	
Pleistocäne*) mit .	0.85	. . 0.90	

Nach Philippis oben S. 867 angeführten Beobachtungen zeigen die Schichten Süd-Italiens und Siciliens durch ihre Einschlüsse von Conchylien allmählige Uebergänge aus der Tertiaerzeit in die quaternaere, und aus dieser in die gegenwärtige. So wie sich hier die Arten folgen, wie nach dem Erlöschen der einen wieder andere auftreten, und diese immer mehr, bis endlich ganz mit den lebenden übereinstimmen: kann man keine Abschnitte zwischen der Tertiaer- und der Quaternaerperiode, und ebensowenig zwischen dieser und der Gegenwart aufstellen. Auch können bei diesen Bildungen nicht obige Abtheilungen der Tertiaerschichten gemacht werden. Diese scheinen überhaupt, wenn man die Beschaffenheit der Süditalischen und Sicilischen Schichten in Betracht zieht, nicht so allgemein und fest begründet zu sein, als es früher den Anschein hatte.

Die Ausdrücke Eocän, Miocän u. s. w. wendet man auch zur Bezeichnung der Zeit an, in welcher die so benannten Bildungen erfolgt sind, und sagt z. B.: „in der Miocän-Zeit war das Klima über die ganze Erdoberfläche subtropisch.“

*) *Eocän*, von ἠως Morgenröthe und καινος neu; soll anzeigen, dass in diesen ältesten Schichten des Tertiaergebirges der Anfang der gegenwärtigen Schöpfung liege.

Miocän, von μειων weniger und καινος neu; nur wenige Arten stimmen mit der jetzigen Fauna überein.

Pliocän, von πλειων mehr und καινος neu; ein grösserer Theil der fossilen Arten stimmt mit den lebenden überein.

Pleistocän, von πλειςτος am meisten und καινος neu; der grösste Theil der Arten ist identisch mit lebenden.

Siehe Lyell: Principles of Geology, the sixth edition, Vol. III. und Horner: Address at the anniversary meeting of the geol. Soc. of London 1847. Geol. Quart-Journal 1847. III.

Man unterstellt mit einem solchen Ausspruch, dass die Verhältnisse, unter welchen Arten erloschen und andere an deren Stelle erstanden sind, oder sich angesiedelt haben, über die ganze Erde verbreitet waren. Man nimmt z. B. die Miocän-Bildungen als gleichzeitig in der Dauer an, und wenn auch nicht vollkommen gleichzeitig, doch in gleicher Aufeinanderfolge und innerhalb gleicher, etwas grösserer Zeitabschnitte; man unterstellt, dass, wenn auch nicht alle Arten überall lebten und erlöschen konnten, doch die Zerstörung überall die einander örtlich repräsentirenden Arten betroffen habe; man nimmt endlich an, dass im Charakter der Erfolge überall eine Gleichförmigkeit statt gefunden habe.

Es gibt aber unbezweifelt gewisse Ursachen, welche sowohl Aussterben als Ansiedelung von Conchylien-Arten bedingen, und doch ihrer Natur nach sich nicht gleichzeitig über die ganze Erdoberfläche erstrecken, somit auch keine gleichzeitige Gleichförmigkeit der Fauna-Charaktere bewirken können. Das Uebersehen solcher Verhältnisse kann bei Untersuchungen über Gleichzeitigkeit der Bildungen sehr leicht irre führen *).

Es ist nach Forbes **) und Spratt ***) die Verbreitung der See-Conchylien von drei Hauptursachen und mehreren Nebenumständen abhängig: vom Klima, von Zusammensetzung und von Tiefe des Meeres, von sandiger, kiesiger oder schlammiger Beschaffenheit des Meeresgrundes, von Gezeiten und Strömungen und von Zufluss des Süsswassers. Nun werden ausgedehnte Hebungen und Senkungen des Bodens angenommen, und zwar in verschiedenen Zeiten, in verschiedenen Theilen der Erdoberfläche; es mussten also auch Veränderungen im Klima, in der Temperatur und Tiefe des Meeres, in der Beschaffenheit des Meeresgrundes, in der Richtung der Ströme, auf den Linien der Einwirkung der Gezeiten, an den Stellen des Zuflusses der Süsswasser eintreten, und zwar zu verschiedenen Zeiten und auf verschiedenen Theilen der Erdoberfläche. Diese kann sich nicht überall gleichzeitig gehoben oder gesenkt haben u. s. w. Bei solchen Vorgängen ist das Vorkommen gleicher Arten in ungleichzeitigen Bildungen mög-

*) Horner a. a. O.

**) Jahrb. für Min. 1844.

***) Jahrb. für Min. 1849. 254.

lich, und es kann insbesondere durch Wanderungen bewirkt werden.

Zur Erläuterung dieser Verhältnisse setzt Horner *) folgenden hypothetischen Fall: Man denke sich zwei von einander entlegene Gegenden des Oceans, aber beide einander gleich in Temperatur, Tiefe und Beschaffenheit des Grundes, so dass sie auch gleiche oder doch sich gegenseitig repräsentirende Conchylien-Arten zu erwähnen vermögen, und zwar solche, welche an der Küste oder nächst derselben in mässiger Tiefe und in grösserer wohnen. Ihre Reste, nehmen wir an, werden allmählig in den Absätzen des Meeres auf dem Grunde begraben und einer späteren Zeit überliefert. Gesetzt es entstehe nun durch eine Erhebung des Meeresgrundes in der einen dieser Gegenden ein seichtes Wasser, wodurch die Bewohner des tiefen Wassers zu Grunde gehen, diejenigen der mittleren und oberen Tiefen beziehungsweise zahlreicher werden; angenommen ferner, dass durch Strömungen andere Arten herbeigeführt werden, und dass sich jetzt Niederschläge bilden, in welchen die Conchylien-Reste auf 0.16 ausgestorbene Arten hinweisen; man denke sich endlich, dass in der Nähe der seicht gewordenen Meeresgegend eine so ausgedehnte und so starke Hebung des Landes eintrete, dass sich hohe Gebirge bilden, auf denen sich Schnee und Eis halten, dass die Temperatur dadurch weit herabgedrückt werde, die bisherigen Bewohner gemässigter Meere zu Grunde gehen, und ihre Reste unter den vom Lande her reichlicher zum Meer hinabgeschwemmten Sand- und Schlamm-Massen begraben werden, während aus kälteren Klimaten neue Arten einwandern, und abermals 16 Procent der anfänglichen Arten aussterben. Wenn nun endlich nach einiger Zeit diese Niederschläge ganz über den Meeres-Spiegel emporgehoben würden, und ein Geologe sie untersuchte, so würde er zu unterst eine Abtheilung mit 68 Procent, darüber eine mit 84 Procent, und zu oberst eine mit beinahe lauter noch lebenden Conchylien-Arten finden und folgern, dass hier pliocäne, pleistocäne und postpliocäne oder quaternaere Schichten über einander liegen, wenn er nicht weiss, dass die Arten, welche hier ausgestorben sind, in anderen Gegenden des Oceans noch leben. Wenn nun, während

*) A. a. O.

dies in der einen Meeresgegend vorging, in der anderen keine weitere Veränderung einträte, als dass der Seegrund mit conchylienführenden Niederschlägen aufgefüllt, und endlich auch davon eine Strecke emporgehoben und trocken gelegt würde, deren Schichten dann auch ein Geologe untersuchte: so müsste er die begrabenen Conchylien ganz übereinstimmend mit den lebenden und in den verschiedenen Tiefen des benachbarten Meeres wohnenden finden, oder die Schichten für quaternaere erklären, obschon sie gleichzeitig mit denen in der ersteren Meeresgegend entstanden sind.

Dieser angenommene Fall, der sonder Zweifel zu den wirklichen gehört, die sich ereignet haben, gibt uns zu erkennen, dass man mittelst der Quoten noch lebender Conchylien-Arten, deren Reste in Gebirgsschichten eingeschlossen sind, allerdings Zeit-Wechsel unterscheiden kann, wenn sie von Wechseln topographischer und physikalischer Lebens-Bedingungen begleitet sind, und nur für ein beschränktes Feld der Erdoberfläche gelten sollen; aber nicht für deren ganze Oberfläche. Mit Recht hat daher schon Darwin in seiner „Geology of South-America" p. 105 davor gewarnt: „einen Wechsel in den organischen Formen und in der Zeit für *unbedingt* an einander geknüpft zu erachten."

Ein Wechsel des Klima ist schon hinreichend, Conchylien-Arten zu einer Wanderung aus einer Gegend in eine andere zu veranlassen. Diese Arten werden daher erst in der einen Gegend, dann in der anderen ihre Reste hinterlassen und den Erdschichten überliefern. Die Uebereinstimmung in den organischen Resten der einen und der anderen Gegend kann nun gewiss nicht als ein Beweis der Gleichzeitigkeit der Bildungen betrachtet werden, da die Conchylien erst da, und später dort ihre Reste hinterliessen *).

Was hier in Bezug auf die Tertiaerzeit und auf die gegenwärtigen Bildungen gesagt ist, gilt überhaupt überall an der Grenze zweier geologischer Perioden oder Formationen, wo es sich, wie bei Untersuchungen über die Gleichzeitigkeit älterer Becken, um eine Anzahl gemeinsamer Arten handelt.

Wenn man nun auch nach den Quoten der noch lebenden Conchylien-Arten allein keine ganz strenge Sonderung und

*) Horner: Address 1847.

allgemeine Abtheilung der Tertiaerschichten aufstellen kann, so gelingt dies doch auf eine ziemlich genügende Weise, wenn dabei auch die Reste höherer Thierklassen, namentlich auch die Pflanzenreste und die Lagerung berücksichtigt werden. Von ganz besonderem Werth sind die Reste der Säugethiere für Aufstellung der Abtheilungen des Tertiaergebirges, da in der Zeit seiner Bildung ihre Entwickelungs-Phasen ganz durchlaufen. Mit sachgemässer Würdigung des Werthes aller organischen Reste der Tertiaerschichten und auf den Grund ihrer *Lagerungsverhältnisse* kann man sie in 3 Hauptabtheilungen oder selbstständige Formationen ordnen: *oberes*, *mittleres* und *unteres Tertiaergebirge*, oder *pliocäne*, *miocäne*, *eocäne Tertiaerformation*.

1. Formation. Oberes Tertiaergebirge.

Pliocäne Schichten; Pliocene period LYELL; *Formation tertiaire supérieure.*

Diese Schichten enthalten 60 bis 90 Procent in den benachbarten Meeren noch *lebender* Conchylien-Arten. Sie zeichnen sich durch Reichthum an Ruminanten, Pachydermen, Nagern, Raubthieren und das Vorkommen von Quadrumanen aus. Fische lebender Arten sind in diesen Schichten selten. Man muss in dieser Beziehung aber erwägen, dass die Lockerheit der jüngsten Meeres- und Süsswasserformationen dieser Periode der Erhaltung der Fische nicht günstig ist, da sie leicht in einzelne Wirbel und Gräten aus einander fallen. Die *Flora* zeichnet sich durch 4 *Palmen*-Arten aus, was, so wie die *Fauna*, die Anzeige eines *südlichen* Klimas ist. Die Reste des in Pliocän-Schichten vorkommenden *Affen* gehören dem Geschlechte *Macacus* an, wovon eine Art, die einzige europäische Affenart, auf dem Felsen zu *Gibralter* wohnt, und eine andere in *Japan* vorkommt. Alle übrigen Affengeschlechter mit nach unten gerichteten Nasenlöchern gehören Südasien und Africa an.

Mit der grossartigen Wälder-Vegetation tritt auch eine grosse Formen-Mannigfaltigkeit von *Insecten* auf, und hier die ersten Typen von Schmetterlingen und Bienen. Ein grosser Theil der Ablagerungen besteht aus lockeren Massen, aus Sand, Thon, Kies, Geschieben, weichen Mergeln und Kalk-

steinen. Ausnahmsweise kommen festere Kalksteine, Sandsteine und Conglomerate vor.

An keiner Schicht des Tertiaergebirges, selbst nicht innerhalb der obersten und jüngsten, hat man bis jetzt auch nur eine Spur von Gletscherwirkung, die während der Zeit ihrer Bildung statt gefunden hätte, wahrnehmen können. Man kann hieraus schliessen, dass bis an's Ende der Tertiaerzeit das Klima und die Beschaffenheit der Höhen noch keine Gletscherbildung zuliessen.

Die Pliocän-Schichten bilden zwei Gruppen: eine *obere, jüngere,* welche die *neu-pliocänen,* oder *pleistocänen* Bildungen umfasst, und eine *untere, ältere,* welche die alt-pliocänen Ablagerungen in sich begreift.

Obere Gruppe; pleistocäne Schichten.

Sie enthalten von allen Tertiaerschichten die meisten, jetzt noch lebenden Thier-Arten. Bei den Conchylien zeigen sich in einigen Gegenden sogar alle Abstufungen von 80 bis 100 Procent noch lebender Arten. Ihre Unterscheidung vom *Diluvium* ist dadurch begründet, dass sie noch die letzten grossen Wirkungen der Gebirgserhebungen erlitten haben, als deren Folge wir das Diluvium betrachten können, und dass man bei unmittelbarer Aufeinanderfolge beider Bildungen häufig eine *abweichende Schichtenstellung* wahrnimmt, die pleistocänen Schichten gehoben und aufgerichtet sieht. Hierher gehören:

a. *Die alten Alluvionen (Alluvions anciennes) im Isère-, Rhone-, Saone- und Durance-Thal.*

Sie bestehen nach Elie de Beaumont *) aus Geschieben, Sand, Thon- und Braunkohle-Lagen, und sind sehr wohl von den Geschiebeablagerungen zu unterscheiden, welche die grossen Blöcke begleiten. Ihr *tertiaeres* Alter ist sowohl durch die Lagerung, als durch das Vorkommen der Reste von Mastodonten ausser Zweifel gesetzt. Man kann die Geschiebe alle sehr bestimmt als solche erkennen, die aus den nächsten Alpentheilen abstammen; es sind ihnen keine aus entfernteren Gegenden beigemengt. Die Braunkohlen-Lagen haben die Zeichen einer langsamen Ablagerung, wie sie nur in einem langen Zeitraum erfolgen konnte. Sie sind von Süsswasser-

*) Ann. des Sc. Natur. t. 18.

Conchylien begleitet, und nach E. DE BEAUMONT von gleichem Alter mit denen, die in Savoyen bei Novalèse, Barbaraz, Bisses, Motte-Serrolex und Sonnaz bei Chambery unter ähnlichen Verhältnissen vorkommen. Diese Ablagerung lässt sich von der Rhone an durch die Ebene la Bresse verfolgen, und trägt an den Ufern der Rhone zwischen dem Einflusse des Ain und Lyon denselben Charakter, wie im Isère-Thal.

Die Braunkohlen-Flötze kommen nach GRAS *) in zwei verschiedenen Lagen vor: die untere umfasst die mehrsten in Abbau stehenden Flötze; die obere ist durch die Ablagerung von *Pommiers* bezeichnet. Die untere Braunkohlen-Lage ruht unmittelbar auf Molasse. Ihre tiefsten Schichten bestehen aus einem blauen Mergel, der mit Sand und Kies wechselt, und haben eine ansehnliche Mächtigkeit. Die Schichtenlage ist beinahe horizontal. Die unmittelbar auf diesen Schichten liegende Braunkohle hat eine Mächtigkeit von $0^{m},25$ bis $0^{m},80$, und kommt an sehr vielen Stellen der wellenförmigen Niederung zwischen der Rhone und der Mündung des Isère-Thales vor. Die Decke der Braunkohlen bildet ein blauer Thon, und zu oberst liegt ein Conglomerat aus kleinen Rollsteinen, die wie durch eine Mörtelmasse aus Sand und Kalk verkittet sind. Diese oberste Lage zeigt keine deutliche Schichtung, und erreicht eine Mächtigkeit bis zu 20 Metern. Dieses grosse Braunkohlen-Gebilde ist durchaus abweichend über die Molasse abgelagert, und gibt seine Natur als ein Seegebilde deutlich durch die Menge eingeschlossener Süsswasser-Conchylien zu erkennen. Am ausgezeichnetsten ist es in den Umgebungen von Tour-du-Pin entwickelt, wo auch die Braunkohlengewinnung sehr beträchtlich ist, und im Durchschnitt jährlich 82,000 Zentner beträgt.

In dem Thale, das sich von Voreppe gegen Saint Laurent zieht, beobachtet man mehrere Geschiebe-Streifen von 100 Meter Mächtigkeit an den dortigen Neocomien-Kalk angelehnt. Stellenweise liegen Sandstreifen darin; bei Pommiers unfern Voreppe befindet sich in dieser Lage eine Braunkohlen-Bildung. Sie besteht aus drei Flötzen von $0^{m},22$ bis $0^{m},48$ Mächtigkeit, die durch zwei Sandlagen geschieden sind. Die Beschaffenheit dieser Braunkohle ist ganz anders, als die der

*) Bull. de la Soc. de Statistique de Grenoble 1839.

älteren. GEYMARD *) hat eine gleich beschaffene Braunkohle noch an mehreren anderen Punkten beobachtet, und darin eine grosse Menge Lymneen, Planorben, Potamiden, Helices gefunden, gewöhnlich zerbrochen. Diese Braunkohlen haben sich später in Vertiefungen der unteren, älteren Bildung abgesetzt. In dieser oberen Ablagerung sind zu Pommiers die Mastodonten-Reste gefunden worden. Von gleichem Alter sind auch die Geschiebe-Ablagerungen der Höhen um Toulouse **), die Sand-Geröll-Lagen auf einigen Plateaus der Basse-Normandie, im Calvados und in der Manche. In Mittelfrankreich sind die Geschiebe-Ablagerungen von Charlieu im Loir-Thal hierher zu rechnen, so wie die knochenführenden Tuffe von Boulade und Perriers unfern Issoire ***).

b. *Die Süditalischen und Sicilischen oberen Tertiaerschichten.*

Die pleistocänen Tertiaerschichten begleiten auf Sicilien die vormaligen Küstenränder eines früheren Zustandes der Insel, aber auf sehr verschiedene Weise. Man sieht sie nach FR. HOFFMANN's Beobachtungen †), wie man Sicilien bei *Messina* betritt, gleich an beiden Abfällen der peloritanischen Gebirgskette. Die Tertiaerschichten bilden hier ein Vorland am Abhange des Gneises, welches mit ziemlich starkem Schichtenfall etwa 700 Fuss hoch ansteigt, und aus dem der Gneis und Granit von Messina inselförmig sich herausheben. Auf der Nordseite des Gebirges an dem flacheren Abhange ziehen sich aber die tertiaeren Schichten weit höher hinauf, und bedecken einzelne Theile der Apenninenformation (Kreide) bis an die Gneisgebirge, während diese im Niveau des Meeresspiegels entblöst sind. Am Capo Melazzo liegt eine solche Platte von Tertiaerschichten auf Gneis, der ringsum anstehend hervortritt, in einer ungefähren Höhe von 120 Fuss über dem

*) Statistique minéralogique, géologique, métallurgique et minéralogique du département de l'Isère. Grenoble 1844.

**) DUFRÉNOY: Mem. pour servir à une descript. géol. de la France. t. III.

***) DUFRÉNOY, ebendaselbst.

†) Geognostische Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien in den Jahren 1830 bis 1832. KARST. Archiv für Mineralogie Bd. XIII. und besonderer Abdruck daraus.

Meeresspiegel. Bei Naso dagegen erreicht eine solche isolirte Tertiaerplatte eine Höhe von nahezu 1400 Fuss, und damit auch die grösste Höhe, bis zu welcher sich das Tertiaergebirge an der Nordküste erhebt. Während also hier im Gneisgebiete vom Capo Calova die tertiaeren Schichten nahe 1400 Fuss hoch über den Meeresspiegel gehoben wurden, unter dem sie abgesetzt worden waren, blieben dieselben bei Messina weit zurück, und stiegen nur an den Rändern empor, daher ihre stärkere Neigung. Weiter an der Nordküste hin verschwinden von Naso an mit dem Gneis gleichzeitig auch die Tertiaerschichten bis in die Gegend von Palermo, in dessen Umgebungen sie eine niedrige, nur etwa 150 Fuss über dem Meer liegende Ebene am Fusse steiler Kalkberge bilden. Die Ausdehnung ist aber hier bedeutend zwischen den steilen Küsten der Kalkfelsen von Milicia bis Sferracavallo und den davor liegenden Inseln des Apenninenkalksteins (Kreidekalk), dem Monte Catalfano, M. Pelegrino und M. Gallo, die sowohl durch ihre steilen Gehänge nach dem Innern, als auch durch die Spuren der Bohrmuscheln und durch die Höhlen beweisen, dass sie einstens als Inseln den Angriffen des Meeres bis zu einem gewissen Niveau ausgesetzt waren, bevor sie so hoch gehoben wurden, dass die dazwischen unter dem Meeresspiegel abgesetzten Schichten über denselben gestellt, und die Felsen ausser den Bereich der Meereswirkung gesetzt wurden. Diese Tertiaerebene von Palermo mit dem tiefen Busen nach Pareo zwischen dem Monte Grisone und M. Cuccio ist die „Conca d'Oro", berühmt durch ihre Fruchtbarkeit und durch die Schönheit der ringsum steil sich erhebenden Berge der alten Küstenränder *). Weiterhin an dieser Küste sieht man unter gleichen Verhältnissen Tertiaerschichten bei Carini und bei Partinico, in tiefen Busen, die weit in die Kalkgebirge hineinreichen, ganz erfüllt mit ganz ebenen und wenig erhobenen Massen.

An der Südküste ist die Verbreitung dieser obersten Tertiaerschichten viel bedeutender, von Trapani an bis Pachino, und hier greifen sie auch weit in's Land hinein. Es lassen sich im Allgemeinen drei Hauptpartien der Verbreitung unterscheiden: eine südwestliche von Trapani bis Capo Bianco rei-

*) Hoffmann, a. a. O.

chend, eine mittlere bei Girgenti und die südöstliche, die bei weitem grösste und wichtigste, welche einen ansehnlichen Theil der Insel einnimmt, und auch an der Ostküste von Pachino bis nach Catania reicht. In dieser grossen südöstlichen Partie sieht man die Schichten nicht nur in Mulden und Buchten, sondern auch hoch oben auf den Bergen der Apenninenformation inselartig liegen; wie Festungen mit steilen Wänden. Sie sind hier zur grössten Höhe erhoben, die sich auf Sicilien erreichen, auf dem Monte Giuliano bei Caltanisetta 2118 Fuss, auf dem Gipfel von San Philippo d'Argiro 2586 Fuss, auf dem Monte Salvo bei Castrogiovanni 2864 Fuss. Da die Tertiaerschichten grösstentheils ganz horizontal liegen, oder nur eine sehr unbedeutende Senkung zeigen, so gibt die Erhebung über den Meeresspiegel jedenfalls die senkrechte Höhe an, bis zu welcher sie nach ihrer Ablagerung erhoben worden sind. Die Erhebung war aber in verschiedenen Theilen Siciliens sehr ungleichförmig; an genannten Orten ganz bedeutend, bei Palermo nicht über 200 Fuss. Die Schichten, welche auf den grössten Höhen liegen, nahe bis zu 3000 Fuss, liegen ganz horizontal, ohne alle Veränderung, ganz so, wie sie abgelagert wurden. Es muss also das ganze Land emporgehoben worden, keine Hebung nach einer gewissen Richtung, kein lineares Aufsteigen erfolgt sein; nur dieses bewirkt geneigte Schichtenlage. Wo die Tertiaerschichten auf Sicilien eine geneigte Stellung haben, da zeigen sie niemals eine bestimmte Richtung auf eine grössere Strecke; ihre Aufrichtung scheint nach keinem allgemeinen Gesetze erfolgt zu sein; sie fallen nach allen Richtungen ein.

Ganz schwache Neigungen stehen ohne Zweifel mehrfältig in unmittelbarer Beziehung zu den alten Küstenrändern, und sind wohl ursprünglich bei der ersten Ablagerung in dieser Lage entstanden. An vielen Stellen ist die Neigung der tertiaeren Schichten augenfällig ganz dieselbe, wie diejenige ihrer Unterlage.

Die Gesteine, aus denen die sicilischen Tertiaerschichten bestehen, sind in einigen Gegenden vorzugsweise aus Mineralsubstanzen der Umgebungen zusammengesetzt. In den Granit- und Gneis-Conglomeraten und auch in manchen dichten, festen, bisweilen selbst krystallinisch-körnigen Kalksteinen würde man nicht wohl so jugendliche Bildungen erkannt haben, wenn sie

nicht so zahlreiche Versteinerungen enthielten, welche ihr tertiaeres Alter unwiderleglich beweisen. Viele Ablagerungen bestehen aus Sand und Geröllen, Sand mit vielen Muschelschalen (Muschelbreccie), aus Conglomeraten, kalkigem Sandstein, sandigem Kalkstein, dichtem und concretionirtem Kalkstein (der an mehreren Stellen einen schönen *Lumachel* bildet), fein-porösem, erdig-körnigem Kalkstein (Syracuser Kalkstein), Mergel und Thon (Creta). In der südöstlichen Parthie greifen in der Gegend von Sorlino, Palazzolo, Militello, Lentini, Mililli u. s. w. Basalte und Basalt-Tuffe vielfältig ganz in die Bildung der kalkigen Tertiaerschichten ein, wechseln damit, und in dem Basalt-Tuff kommen dieselben Versteinerungen vor, welche die anderen Schichten enthalten.

Die Aufeinanderfolge der verschiedenen Schichten lässt sich wohl für einzelne Gegenden, aber nicht im Allgemeinen angeben. In den südlichen Gegenden von Sciacca, Girgenti und auch bei Castrogiovanni liegt unmittelbar über der Apenninenformation Thon (Creta), darüber gelbbrauner Sand und Muschelbreccie. Der ganze südöstliche Theil der Insel aber ist vom Fondaco dell'Agnone bis Grammichele und Vittoria aus fein-porösen, erdig-körnigen (Syracuser) Kalksteinen zusammengesetzt, und dieser wird an seiner westlichen Begrenzung von brauner Muschelbreccie bedeckt.

Die Conglomerate und Sandlagen mit Geröllen zeigen sich am ausgezeichnetsten in den Umgebungen der Peloritanischen Kette. Gneis- und Granitgeschiebe, Granit- und Gneisgrus, Geschiebe von quarzfreiem Porphyren liegen in den tertiaeren Schichten von Messina, am Abhange von Cataratta. Dieselben Geschiebe sind auch in den Gesteinen der Apenninenformation enthalten. Es haben also dieselben zerstörenden Ursachen, welche während der Zeit der Bildung der ältesten sicilischen Kreideschichten die Trümmer-Einmengung bewirkten, auch wieder während der Bildung der jüngeren Tertiaerschichten im Bereiche des Gneisgebirges thätig gewirkt. In der Westhälfte der Insel liegen in denselben nicht selten Geschiebe von quarzigem Sandstein (auch von Feuerstein), wie sie auch in den dortigen Kreideschichten vorkommen.

In der Umgegend von Messina wechseln Conglomeratschichten mit Thonlagen ab, in denen Braunkohlen vorkom-

men. Darüber liegt corallenreicher Kalkstein, und noch höher folgt brauner Sand mit Granitgeröllen.

In der Gegend von Catania, in dem Simetto-Thale, ist Mergelthon und Thon (Creta) verbreitet, kaum mit anderen Schichten wechselnd. Er gibt das Material zu dem thonigen Ackerboden des Piano di Catania, ist auch auf der Ostseite des Aetna und auf den Cyclopeninseln verbreitet.

In allen westlich gelegenen Partien, von Cesso an bis in die Gegend von Biscari und Vittoria, tritt als herrschendes Gestein auf: brauner Sand mit Muschelbreccie und dünnen concretionirten Kalksteinlagen, mit löcherigem und auch dichtem Kalkstein. Derselbe braune Sand, mit braunem Mergel und knollenartigen Kalksteinen verbunden, herrscht auch in der Gegend von Palermo. Der Kalkstein in der südöstlichen Parthie von Syracus ist von heller weissgelblicher Farbe, erdigkörnig, weich, kreideartig, und bildet oft so mächtige Bänke, dass er wie ungeschichtet erscheint. Oefters wechselt er mit härteren Kalksteinstreifen, und mitunter zeigt er sich rogensteinartig.

Dieser Kalkstein bildet auf den weit ausgedehnten Terassen häufig ganz öde, unfruchtbare Flächen, auf denen die nackten Steinplatten als ein kahles Felsenpflaster hervortreten. Senkrechte Klüfte zertheilen die Bänke. Die darin liegenden Thäler haben eine breite, ebene Sohle, und sind von senkrechten Felswänden eingefasst.

Bei Comiso ist ein weisser feinkörniger Kalkstein von Erdöl durchdrungen; bei Ragusa liegt ein sandiger lockerer Kalkstein mit Erdpech durchzogen, und dadurch zähe, zwischen weissgrauen, groberdigen Kalksteinbänken. Im Val di Nardella zwischen Lentini und Mililli kommt im Bereich dieses Kalksteins der *Dysodil* vor, in Begleitung von Pflanzenresten und fossilem Holz. Er besteht nach Ehrenberg's Untersuchungen nur aus Infusorien, die durch eine bituminöse Substanz zu einer dünnblätterigen, zähen Masse verbunden sind *).

Die Massen, welche die Höhlen theilweise erfüllen, die in dem tertiaeren Kalkstein bei Syracus am Kaperzinerkloster und der Pantalica liegen, Gerölle, Thon, Mergel, Sand, enthalten dieselben Versteinerungen, welche die Tertiaerschichten

*) Jahrb. für Mineralogie 1833. S. 697.

einschliessen, ausserdem aber auch Knochen grosser Landthiere, besonders von Hippopotamus, und einzelne Landschnecken.

Die tertiaeren Schichten Siciliens gehören dem Meere an. Süsswasser-Schichten mit Planorben und Lymneen hat man nur an wenigen Orten (zwischen Biscari und Comiso, im Piano di San Giorgio beim Faedo di Maona) und in sehr geringer Ausdehnung gefunden. Bei Messina allein kommen Süsswasser-Conchylien mit den Meeresresten gemengt vor; Paludina- und Cyclas-Arten.

Die Tertiaerschichten der Umgebungen von Palermo sind so überaus reich an fossilen Mollusken, dass kein anderer Ort Siciliens denselben an Reichhaltigkeit gleichkommt. Philippi hat alle sicilischen Arten mit grösster Genauigkeit untersucht, sie mit den jetzt noch lebenden verglichen, und seine Untersuchungen auch auf die Tertiaerschichten Calabriens ausgedehnt. Die ganze Zahl bestimmter fossiler Arten beträgt 576; davon leben noch jetzt 383 Arten, also 66 Procent. An einzelnen Stellen bei Cefali, Sciacca, Melazzo beträgt die Zahl der jetzt noch lebenden, mit den gefundenen fossilen verglichen, über 90 Procent. Beim Monte Nuovo aber, am Vesuv, auf Ischia und bei Pozzuoli leben alle in den dortigen Tertiaerschichten enthaltenen Conchylien-Arten heute noch *). Während die überwiegende Mehrzahl der fossilen Arten in den dortigen Küsten und im nahen Meere heute in ausserordentlicher Menge vorkommen, stimmen 6 fossile Arten, nämlich *Mya truncata*, *Lutraria solenoides*, *Cyprina islandica*, *Ostrea edulis*, *Patella vulgata*, *Fusus antiquus contrarius* und *Buccinum undatum*, mit heutigen Conchylien des Nordmeeres überein; 205 fossile Arten sind heute sehr gemein an den Küsten von England. Von den 537 Arten, welche gegenwärtig in den Süditalischen und Sicilischen Gewässern leben, sind 169 in den dortigen Tertiaerschichten nicht gefunden worden; von 576 fossilen Arten leben gegenwärtig 193 oder fast vollkommen ein Drittel nicht mehr. Die lebenden Arten, welche den fossilen entsprechen, kommen aber jetzt nicht mehr alle im Mittelmeer

*) Philippi, Enumératio molluscorum Siciliae, Vol. I. Halle 1843. Fauna molluscorum negniatriusque Siciliae, cum viventium, tum in tellure tertiaro fossilium, quos in itinere suo observavit, Vol. II. in 4° 1844.

vor; 20 davon leben heute in anderen Meeren, mit Ausnahme der oben genannten, in wärmeren Gewässern. Die Arten, welche heute die allergewöhnlichsten und verbreitetsten im Süditalischen und Sicilischen Meere sind, *Venus geographica*, *V. lactea*, *V. Poli*, *Turbo neritoides*, sind in den dortigen Tertiaerschichten bis jetzt nicht aufgefunden worden. Die Unterschiede zwischen gleichen lebenden und damit übereinstimmenden fossilen Arten sind gleich gross. Die einschaligen Conchylien, welche von den Gewässern aus den Tertiaerschichten von Abbate bei Palermo in das Meer geführt werden, dienen häufig dem Einsiedlerkrebs (Pagurus Bernhardus) als Wohnung. Einige mit lebenden identische fossile Arten sind beträchtlich grösser; das Umgekehrte zeigt sich aber bei *Bulla lignaria*, *Terebratula vitrea*, *Corbula nucleus*. Die Sand-, Mergel- und Thonschichten zeigen sich überall am conchylienreichsten.

Aus den Schichten der Umgebungen von *Palermo* führt Philippi folgende fossile Mollusken an:

Aspergillum maniculatum Phil. Enum. mol. p. 1. t. 1. F. 3.
Clavagella bacillaris Desh. t. 1. F. 1 a. b.
Fistulana (Gastrochaena) cuneiformis Lamk. V. p. 447.
„ Ensis Lamk. V. p. 452.
„ tenuis Phil. Enum. mol. p. 6. t. 1. F. 2.
„ coarctatus Lamk. V. 455.
„ strigilatus, var. minor Lamk. V. 455.
Panopaea Faujasii Ménard. t. 12. Enum. mol. p. 7. t. 2. F. 3.
„ Bivonae Phil. Enum. mol. p. 8. t. 2. F. 1 a. b. c.
Mya truncata Lamk. V. 461.
Anatina oblonga Phil. Enum. p. 8. t. 1. F. 4.
„ ? pusilla Phil. Enum. p. 9. t. 2. F. 5.
Lutraria elliptica Lamk. V. 468, ziemlich häufig.
„ triangulata Ren.
„ solida Lamk. V. 477.
Erycina pusilla Phil. Enum. p. 13. t. 1. F. 5.
„ Renieri Bronn. Enum. mol. t. 1. F. 6.
„ ? anodon Phil. Enum. 13. t. 1. F. 20.
Bornia inflata Phil. Enum. p. 14.
„ complanata Phil. Enum. p. 14.
Ptychina biplicata Phil. Enum. p. 15. t. 2. F. 4.
Corbula nucleus Lamk. V. 496, sehr häufig.
„ cuspidata Bronn. Enum. p. 17. t. 1. F. 19, selten.
Pandora aequivalvis Phil. Enum. p. 18. t. 1. F. 11.
Thracta phaseolina Kiener. Enum. p. 17. t. 2. F. 4.
„ pubescens Leach.
Saxicava aretica Phil. Enum. p. 20.

Saxicava rugosa PHIL. Enum. p. 20. t. 3. F. 4.
Petricola lithophaga BRONN.
Psammobia feroensis LAMK. V. 512, häufig.
Tellina donacina, var. maj. LAMK. V. 527.
„ „ „ min., ziemlich häufig.
„ distorta POLI.
„ balaustina POLI.
„ pusilla PHIL. Enum. p. 20. t. 3. F. 9.
„ subrotunda DESH.
„ depressa GM.
„ fragilis LAMK.
„ ovata SOW., sehr selten.
„ elliptica BRONN.
Diplodonta Lupinus BRONN.
„ dilatata PHIL. Enum. p. 31. t. 4. F. 7.
„ commutata PHIL. Enum. p. 34. t. 3. F. 15.
„ hiatelloides BAST.
„ digitalis LAMK., häufig.
„ lactea LAMK.
„ Radula LAMK., sehr häufig.
„ transversa BRONN.
Astarte incrassata DEL. JONK. Mém. d'hist. nat. 7.
Cyprina aequalis BRONN. Enum. t. 4. F. 4, häufig.
Cytheraea Chione LAMK.
„ ventiana LAMK. Enum. t. 4. F. 8.
„ apicalis PHIL. Enum. 40. t. 4. F. 5.
„ exoleta LAMK. V. 527, häufig.
Venus discina LAMK. V. 586, selten.
„ casina LAMK. V. 587, selten.
„ Brongniarti PAYR. Enum. p. 51. t. 1. F. 23—25.
„ senilis BROC.
„ radiata BROC., häufig.
„ incompta PHIL. Enum. p. 44. t. 4. F. 9, sehr selten.
„ vetula BAST.
Cardium Deshayesii PAYR., häufig.
„ aculeatum LAMK.
„ erinaceum LAMK.
„ sulcatum LAMK., häufig.
„ laevigatum.
„ papillosum POLI, sehr häufig.
„ minimum PHIL. Enum. 51, selten.
Cardita aculeata PHIL. Enum. 56. t. 4. F. 18.
Isocardia Cor LAMK.
„ tetragona POLI, häufig.
„ barbata LAMK.
„ lactea LAMK.
„ antiquata. Enum. 59. t. 5. F. 2.
Pectunculus Glycymeris LAMK., sehr klein.

Pectunculus pilosus LAMK.
„ violascens LAMK.
„ minutus PHIL. Enum. 63. t. 5. F. 3.
Nucula placentina LAMK. Enum. 65. t. 5. F. 7.
„ Polii PHIL. Enum. 63. t. 5. F. 10.
„ margaritacea LAMK. Enum. 64. t. 5. F. 8.
„ emarginata LAMK.
„ striata LAMK.
„ tenuis PHIL. Enum. 65. t. 5. F. 9.
„ dissimilis BRONN, sehr selten.
Modiola Tulipa LAMK., klein.
„ discrepans LAMK.
„ costulata RISSO.
„ sericea BRONN.
Mytilus antiquorum SOW.
Avicula tarentina LAMK.
Lima tenera TURTON.
„ nivea RISSO.
Pecten Jacobaeus LAMK., sehr häufig.
„ „ var. radiis. 5—6.
„ hyalinus POLI.
„ adspersus LAMK., sehr häufig.
„ opercularis LAMK. varcostis angulatis
„ subangulatis
„ rotundatis,
die häufigste Pecten-Species.
„ pes felis LAMK.
„ Pusis LAMK.
Plicatula mytilina PHIL. Enum. 86. t. 6. F. 1, selten.
Anomia Ephippium LIN.
„ polymorpha PHIL. 92.
„ striata SOW.
Terebratula truncata LAMK. DE BUCH. 66. Enum. t. 6. F. 12.
„ eusticta PHIL. Enum. 98. t. 6. F. 9, selten.
„ bipartita DEFR. Enum. t. 6. F. 11.
„ scobinata PHIL., mit zierl. Knötchen auf den Streifen.
Hyalaea tridentata LAMK., selten; auch auf Ischia.
„ depressa BIVONA. Enum. t. 6. F. 19 a. b.
Patella ferruginea LIN. var. depressa, häufig.
„ „ „ „ elevata, costis promin.
„ scutellaris LAMK.
„ lusitanica GM.
„ Bonnardi PAYR., in der Mardolce-Höhle.
Emarginula cancellata PHIL. Enum. t. 7. F. 15, sehr selten.
Fissurella costaria DESH.
„ graeca LAMK.
„ gibba PHIL. Enum. 117.
Pileopsis ungarica LAMK.

Calyptraea vulgaris PHIL. Enum. t. 19, selten.
Crepidula unguiformis LAMK., lebend sehr häufig.
Bullaea angustata BIVON. Enum. t. 7. F. 17, selten.
Bulla lignaria LAMK.
„ Hydatis LIN. var. laevissima LAMK.
„ acuminata BRUGN. Enum. t. 7. F. 18.
„ convoluta BROC.
Helix vermiculata LIN., in Kalkbreccie mit Trochus und anderen Meermuscheln.
„ Mazzullii JAN. Enum. t. 8. F. 3. sehr selten.
„ sphaeroidea PHIL. Enum. t. 8. F. 19, sehr selten.
Rissoa oblonga DESM.
„ Montagni PAYR.
„ Bruguieri PAYR.
„ reticulata PHIL. Enum. t. 10. F. 14.
Melania Acicula PHIL. Enum. t. 9. F. 6, selten.
Natica glaucina LAMK.
„ millepunctata LAMK.
„ Guilleminii PAYR.
„ „ var. angustior (N. hemiclausa SOW.)
Vermetus Gigas? BIVON. Enum. t. 9. F. 18 a. b.
„ triqueter, var. fasciculata BIVON.
„ subcancellatus BIVON. var. maj.
Solarium pseudo-perspectivum BRONN.
Trochus conulus PHIL. Enum. 175. var. 3.
„ laevigatus PHIL.
„ Laugieri PAYR.
„ millegranus PHIL. Enum. t. 10. F. 25.
„ crenulatus BROC.
„ striatus LINN.
„ rugosus LAMK.
„ sanguineus FER. RISSO.
„ Magus LIN.
„ Guttadauri PHIL. Enum. 182. t. 9. F. 1.
„ umbilicaris LIN.
„ crispus KOEN. Enum. t. 10. F. 26, an keiner and. Stelle.
Monodonta Contourii PAYR.
Turrisella triplicata BROC.
„ Terebra var. car. 3. BROC.
Cerithium vulgatum BRUGN. var. tuberculatum.
„ „ „ „ plicatum.
„ Lima BRUGN. var. maj.
Pleurotoma suturale BRONN.
„ Vauquelini PAYR.
„ inflatum DE CR. et JAN.
Cancellaria varicosa DEFR.
Fusus contrarius LAMK.
„ lignarius LAMK.

Fusus rostratus DEFR. var. carinat. BROC.
„ „ „ „ ecarinatus, häufiger.
„ longiroster DEFR.
„ craticulatus LIN.
„ lavatus BAST.
„ costatus PHIL. Enum. t. 9. F. 33, selten.
„ Vulpeculus BRONN.
Murex Edwardsii MENKE.
„ vaginatus DE CR. et JAN. Enum. t. 9. F. 27.
„ distinctus DE CR. et JAN., sehr selten.
„ corrugatus LAMK.
Chenopus Pes Pelicani PHIL. (Rostellaria auct.)
Cassidaria tyrrhena LAMK.
Cassitexta var. laevis BRONN.
Buccinum prismaticum BROC.
„ serratum BROC.
„ musivum BROC., nicht selten.
„ asperulum BROC.
„ variabile PHIL. Enum. t. 12. F. 1.
„ undatum LIN.
„ semistriatum BROC.
„ Linnaei PAYR.
Columbella rustica var. vulg. LAMK.
Mitra cornea LAMK.
Marginella auriculata LAMK.
Volvaria triticea LAMK. Enum. t. 12. F. 15.
Erato Cypraeola RISSO.
„ Coccinella var. maculata LAMK.
„ „ „ immaculata, häufig.
Conus mediterraneus BRUGN.
Dentalium elephantinum LIN.
„ Dentalis LIN.
„ Entalis LIN.
„ strangulatum DESH.
„ subulatum DESH.
„ pusillum PHIL. Enum. t. 45.
Balanus balanoides RANZ.
Chthalamus stellatus RANZ, in der Patella ferruginea.

Eine zweite, durch den Reichthum an fossilen Mollusken ausgezeichnete Stelle ist unfern Catania, bei *Cefali.* Hier kommen in einem hellfarbigen zähen Thon (Creta) manche Geschlechter und Arten vor, die in den Schichten um Palermo nicht aufgefunden worden sind; PHILIPPI hat nachfolgende davon bestimmt:

Solen vagina LAMK.
„ siliqua LAMK., häufig.

Mactra triangula Ren.
Erycina Renieri Bronn, nicht selten.
Pandora rostrata Lamk. Enum. t. 1. F. 12.
Psammobia feroensis Lamk. Enum. t. 3. F. 7.
Tellina pulchella Lamk.
„ distorta Poli.
„ tenuis Mat. et Rack.
„ nitida Poli.
Lucina commutata Phil. Enum. t. 3. F. 15.
„ lactea Lamk.
Donax Trunculus Lamk., selten.
„ venusta Poli.
Cyrena Gemellarii Phil. Enum. t. 4. F. 3.
Cytheraea Chinone Lamk.
„ ventiana Lamk.
„ lincta Lamk.
Venus Brongniarti Payr.
„ Gallina Lamk.
„ radiata Broc., häufig.
Cardium echinatum Lamk.
„ aculeatum Lamk., selten.
„ multicostatum Broc., sehr selten.
„ hians Broc., sehr selten.
„ tuberculatum Lamk., häufig.
„ papillosum Poli, sehr häufig.
„ exiguum Lamk., selten.
„ crassum Desh.
„ rusticum Cheum. Enum. t. 4. F. 12—14, am Wege von Catania nach Syracus.
Arca lactea Lamk.
Pectunculus violascens Lamk.
Nucula Polii Phil.
„ margaritacea Lamk.
„ emarginata Lamk.
Chama gryphoides Lamk., selten.
Pecten Jacobaeus Lamk.
„ opercularis Lamk. var. costis angul.
Spondylus Gaederopus Lin., sehr selten.
„ Cochlear Poli, selten.
„ cristata Lamk.
„ depressa Phil. Enum. t. 6. F. 3.
Anomia Ephippium Lin.
Emarginula elongata Costa, selten.
„ solidula Costa, selten.
Fissurella costaria Desh.
Bulla Utriculus Broc., selten.
„ trunculata Brugn. Enum. t. 8. F. 3 a. b. c. einmal, mit Cyrena Gemellarii, unter Meeres-Conchylien gefunden.

Rissoa oblonga Desm.
„ monodonta Bivon.
„ granulata Phil.
Melania Cambessedesii Payr.
Natica millepunctata Lamk.
„ Guilleminii Payr.
Tornatella fasciata Lamk.
Scalaria planicosta Bivon. Enum. t. 10. F. 4.
„ communis Lamk. Enum. t. 10. F. 3.
Siliquaria anguina Lamk. Enum. t. 9. F. 24.
Solarium stramineum Lamk., selten.
Trochus conulus Phil. Enum. 175. var. 1.
„ rugosus.
„ varius Gm.
„ canaliculatus Lamk.
„ Richardi Phil., selten.
„ Adansonii Payr., selten.
Monodonta Vieilloti Payr.
„ Jussieui Payr.
Turritella Terebra Broc.
Cerithium perversum Lamk.
„ Lima Brugn. var. maj.
„ „ „ „ min.
„ lacteum Phil. Enum. 195.
Pleurotoma variegatum Phil., sehr selten.
„ suturale Bronn.
„ Bertrandi Payr. Enum. t. 9. F. 23.
Fusus lignarius Lamk.
„ craticulatus.
Murex Brandaris Lin., nicht häufig.
„ Trunculus Lin.
„ vaginatus de Cr. et Jan. Enum. t. 9. F. 27.
Ranella lanceolata Menke. Enum. t. 9. F. 28.
Chenopus (Rostellaria) pes pelecani.
Cassidaria tyrrhena Lamk.
Cassis sulcosa Lamk.
Buccinum musivum Broc.
„ asperulum Broc.
„ variabile Phil.
„ d'Orbigny Payr., selten.
„ mutabile Lin.
„ semistriatum Broc.
„ neriteum Lin.
„ gibbosulum Lin., ziemlich häufig.
„ Linnaei Payr.
Columbella rustica var. vulgaris Lamk.
Mitra cornea Lamk.
„ Savignyi Payr.

Marginella auriculata Men.
Cypraea Coccinella var. maculata Lamk.
" " " immaculata, häufig.
Conus mediterraneus Brugn.
Dentalium Dentalis Lin.
" Fissura Lamk.
" strangulatum Desh., sehr häufig.

Die überwiegende Mehrzahl aller fossilen Conchylienreste der Sicilischen pleistocänen Schichten hat Philippi in der Umgegend von Bucheri, Caltagirone, Caltanisetta, Castrogiovanni, Girgenti, Piazza und Syracus gesammelt, woselbst er 558 Arten fand, von denen heute noch 432 Arten leben, somit 77 Procent. Die mitgetheilten Verzeichnisse der fossilen Mollusken der Umgebungen von Palermo und Cefali sind geeignet, ein Bild jener Conchylien-Fauna zu geben. In mehreren Kalken dieser Schichten hat Ehrenberg Polythalamien gefunden.

In Calabrien liegen, Messina gegenüber, bei Pezzo Tertiaerschichten, deren fossile Conchylien 82 Procent jetzt noch lebender Arten enthalten, worin auch die Reste eines Fisches aus der Familie der Gymnodonten, des *Diodon Scillae*, gefunden worden sind *). Auch wurden sowohl in den Sicilischen, als auch vorzüglich in den Calabreser-Schichten Echinidenreste gefunden, welche nach Philippi **) dem Geschlecht *Clypeaster* angehören, und in den drei Arten Clypeaster Scillae, Clyp. turritus, Clyp. altus auftreten.

Mehrfältig wird der *Steppenkalk*, der oben S. 851 ff. beschrieben worden ist, zu den jüngsten Tertiaerschichten gezählt. Murchison und seine Begleiter widersprechen es aber in ihrer Darstellung der Geologie des europäischen Russlands, dass darin Mastodonten-Reste vorkommen; auch haben die Schichten des Steppenkalkes durch die Ausbrüche von Melaphyren und mannigfaltigen Hebungen, durch welche die Tertiaerbildungen am Caucasus und den anliegenden Gegenden so vielfältig dislocirt und getrennt worden sind, keine Veränderungen erlitten. Ihre Einreihung in die Gruppe des jüngeren Pliocän-Gebirges ist daher noch nicht ganz begründet ***).

*) Agassiz, Tableau général des Poissons fossiles. Neuchatel 1844.
**) Jahrb. für Mineralogie 1842. S. 52.
***) Vergleiche: Dubois, Voyage autour du Caucase, Vol. V. Leplay,

Da ferner nach DE VERNEUILLES Mittheilung *) PALLAS Elephantenreste *unter* dem Steppenkalk aufgefunden hat, so dürfte seine Stellung im Quaternaergebirge vorerst noch gerechtfertigt sein.

Zu den jüngeren Pliocänschichten gehört weiter die obere Tertiaerbildung in Morea, die sich in horizontalen Schichten vom Fuss der höheren Berge durch die Ebene bis an die gegenwärtige Küste hinzieht. Sie ruht auf der älteren, aus einer Nagelfluh-Art bestehenden Pliocänbildung, welche an einigen Orten mit Kalkstein- und Mergelschichten wechselt, und vor der Ablagerung der jüngeren Schichten gehoben und aufgerichtet worden ist. Das obere Pliocängebilde Moreas besteht von unten nach oben aus: einer Lage blauer Mergelschichten, die mehrfältig Braunkohle einschliesst; darüber liegen Schichten von gelbem kalkigem, oder grünlichem glimmerhaltigem Sand mit fossilen Conchylien; namentlich sieht man in dieser Sandlage überall drei Austern-Bänke; darüber folgen Bänke von feinkörnigem Kalkstein, die das Hauptbaumaterial, und namentlich einen vortrefflichen Haustein liefern, der heute noch wie im Alterthum λιθος πορος heisst. Diese Schichtenreihe zeigt sich nur in der Mitte der Ablagerung regelmässig; näher an den Bergen sowohl, als an der Küste ist die Folge der Lagen und die Beschaffenheit der Schichten mannigfaltig verändert und oft auf kurzen Strecken sehr abweichend. Die Mergel werden durch Trümmergebilde vertreten und die oberen Kalkschichten durch Sandlagen und Conglomerat-Bänke. Die Versteinerungen kommen sehr ungleich verbreitet in den oberen Parthien des blauen Mergels vor, in der Nähe der darüber gelagerten Sandschichten. Bei Koron und in seinen Umgebungen kommen darin vor: *Ostraea navicularis* BROC., *Pecten flabelliformis* DESH., *Pecten squamulosus* DESH., *Spondylus quinquecostatus* DESH.; im gelben Sande liegen *Terebratula vitrea* LAMK., *Terebratula ampulla* BROC. als sehr bezeichnende Conchylien. Zu Andreousa im Thal von Messenien enthalten die Sandlagen *Turritella plicatella* DESH., *Cardium edule* LIN., *Arca Noae* LIN., *Pectunculus Glycimeris* LAMK. Die conchy-

Voyage dans la Russie méridionale sous la direction de M. DEMIDOFF, Vol. IV. Paris 1842. J. J. HUOT, a. a. O. Vol. II. 1840.

*) Bulletin géolog. 1842. XIII.

lienführende Lage von Modon, das Boblaye und Virlet *) das Grignon von Morea nennen, ist vorzugsweise charakterisirt durch *Pinna nobilis* Lamk., *Pecten flabelliformis* Desh., *Pecten Jacobaeus* Lamk., *Spondylus gaedropus* Lin., *Spondylus quinquecostatus* Desh., *Panopaea Faujasii* Men., *Ostraea Boblayei* Desh. Der zu oberst liegende Kalkstein enthält ursprünglich keine Versteinerungen; wenn, wie bei Modon und Navarin, welche darin vorkommen, so zeigt ihre durch Rollung abgerundete Beschaffenheit, dass sie von der darunter liegenden altpliocänen Ablagerung abstammen.

Die pleistocäne Ablagerung ist in einem schmalen Streifen, 300 bis 400 Fuss über dem heutigen Meeresspiegel, gegen die aufgerichteten Schichten der älteren Bildung angelehnt, nördlich zwischen dem Golf von Korinth und dem steilen Abfall des Gebirges von Achaia. Sie setzt den ganzen Isthmus von Korinth und von Megara zusammen, und erreicht hier eine grosse Mächtigkeit. Sie tritt in hochliegenden Streifen im Golf von Attika auf, setzt den flachen Theil der Inseln Platia und Eleusa zusammen, den nördlichen Theil von Aegina und die Ostküste der Halbinsel Methana. In Argolis tritt von Methana bis Nauplia nur diese obere Tertiaerbildung auf, und ebenso auf der ganzen Westküste des argolischen Golfs, wo sie aber nur am Eingang der Thäler erscheint, an den steileren Abfällen des Secundaergebirges aber allenthalben fehlt.

An den flachen Küsten des Golfs von Laconien bildet sie einen breiten Streifen. Im Thal von Laconien selbst sieht man diese Schichten sich bis in die Nähe der Quellen des Eurotas verbreiten, und stellenweise bis zu 500 Meter in Folge späterer Hebungen emporgetragen. In Messenien haben sie das Thal des Pamisus erfüllt, und das Plateau zwischen Navarin und Koron bedeckt. Sie bilden ferner an der ganzen westlichen Abdachung der Taygetes-Kette einen Streifen, der bei Andruvista in einer Seehöhe von 500 Meter liegt, und erscheint am Küstentheil von Messenien als ein von den Bergen Tryphyliens begrenztes Band, dehnt sich sodann über die ganze Niederung von Elis aus, und in Pisatis längs des Fusses der

*) Géologie et minéralogie de l'expedition scientifique de Morée, in 4, avec atlas in fol. de cartes, coupes et 7 planches de fossiles. Paris 1833.

Abstürze der Conglomerate des Plateaus von Lala. Diese pleistocänen Schichten erscheinen auch im Thal des Alpheus, bilden die Hügel in den Umgebungen von Olympia und die beiderseitigen Ufer des Flusses bis über Agni hin aus, dem alten Heraea. Eine Menge Wasserfurchen und tiefer Thäler durchschneidet diese Schichten in der Niederung von Elis und Messenien. Weiter im Norden nehmen sie einen Theil des alten Achaias ein bis Patras und Vostizza; an der Nordküste von Morea treten sie aber nur noch in schmalen vereinzelten Streifen auf, an den Mündungen einiger Thäler.

Die Lagerungsweise der pleistocänen Schichten Moreas zeigt augenfällig an, dass der Südtheil des Landes noch unter den Spiegel des Meeres getaucht war, als schon die Erhebung des Gebirges von Achaia die altpliocänen Schichten aufgerichtet hatte.

Zu der pleistocänen Gruppe scheinen ebenfalls zu gehören die oberen Schichten der Tertiaerbildungen der Inseln Korfu, Cephalonien, Zante, Cerigo, Milo, die Conglomerate, welche in Macedonien und Moesien *über* den conchylienreichen Sandstein-, Mergel- und Kalkschichten liegen, und ohne Zweifel noch manche obere Tertiaerschichten im Bereich des Mittelmeeres, an der egyptischen und algierischen Küste, ferner an den Küsten des Rothen Meeres, des Indischen Meeres u. s. w. *)

c. Die *Süsswasser-Ablagerungen*, welche in der Umgegend von London an mehreren Stellen die obersten Schichten des dortigen eocänen Tertiaergebirges bedecken, z. B. bei Sutton, Grays, Ilford, ebenso zu Cromer und Mundesley in Norfolk. Es enthalten diese Schichten Trümmer älterer Gesteine und über 90 Procent jetzt noch lebender Conchylien-Arten **). Diesen reihen sich wohl die Süsswasser-Kalke Südfrankreichs an, welche bei Montpellier, Concuron, Marseille, Saucats unfern Bordeaux, den altpliocänen Meeressand bedecken ***).

*) Die richtige Unterscheidung der *pleistocänen* und der *quaternaeren* oder *post-pliocänen* Schichten beginnt erst, und ist oft schwierig, wo die Lagerungsverhältnisse kein Anhalten bieten.

**) Ch. Lyell, Lond.-Edinb. phil. Mag. C,XV. 1839.

***) Dufrénoy, mémoire sur les terrains tertiaires du bassin du midi de la France, dans les mémoires pour servir à une description géolog. de la France. t. III. 1836.

Bei Saucats ist diese Ablagerung sehr mächtig, und durch den Einschluss zahlreicher Süsswasser-Conchylien, worunter auch einzelne Meeres-Muscheln vorkommen, von dem darunter liegenden, nur allein Meerthiere einschliessenden Sande gut unterschieden.

a) Die unterste Lage dieses Süsswassergebildes besteht aus einem harten, viele dunkler gefärbte Knoten einschliessenden Kalkstein, der ein breccienartiges Ansehen hat. Seine dem Sande zunächst liegende Schichten enthalten viele Abdrücke von Meermuscheln; die oberen Schichten umschliessen eine grosse Zahl kleiner Planorben mit wohl erhaltener weisser Schale. b) Darauf folgt ein dichter Kalkstein, mit gelblichen rundlichen Flecken, grossen Planorben, Lymneen und einigen Helices. Die obersten Lagen dieses Kalkes bestehen aus dünnen, achatartig gebänderten Schichten, die sehr hart aber nach allen Richtungen zerklüftet sind. c) Eine Lage von schwarzem und bituminösem, groberdigem Thon bedeckt diese Schichten, und zu oberst liegt d) ein Thonmergel, der da, wo er thonreicher ist, eine Menge Paludinen, Planorben und Helices einschliesst. Die Helices haben noch die gefärbten Streifen, die zur Unterscheidung der Arten dienen; die übrigen Conchylien sind ausgebleicht, weiss. Nach den Beobachtungen von Desmoulins enthält das Süsswasser-Gebilde von Saucats folgende Conchylien:

Cyrena Brongniartii Bast.
Helix nemoralis Bast.
„ variabilis Bast.
Cyclostoma Lemani Bast.
Paludina pusilla Bast.
Neritina picta Férussac.
Planorbis corneus Lamk.
„ rotundatus Al. Brongn.
„ lens Al. Brongn.
„ planulatus Desh.
Lymneus pereger Brongn.
„ longiscatus Lyell und Murchison.

Hierher gehört weiter der *Süsswasser-Crag* Englands mit Resten von *Rhinoceros tichorhinus* und *leptorhinus*, *Mastodon angustidens*, *Elephas primigenius*, *Equus fossilis*, *Sorex remifer* Ow., *Talpa europaea* Ow., *Bos primigenius*. Zu Grays

Thurrock in *Essex* hat Ball in einem gelblichen Sande zwischen zwei Thonlagen, der ebenfalls einer neu-pliocänen Süsswasser-Formation angehört, ein Kieferstück und einen Backenzahn eines Pavians (Macacus) gefunden *).

Hierher kann man ferner zählen die Süsswasser-Ablagerungen der weiten Ebene *Thessaliens*, deren Kalksteine die isolirten hohen Felsen-Würfel und Pyramiden bilden, worauf die griechischen, „Meteore" genannten, Klöster erbaut sind. Ihre steilen, 65 bis 130 Meter hohen Seiten können nur vermittelst Strickleitern erstiegen werden, welche die besorgten Mönche, wenn sie vermittelst derselben die Höhe erstiegen haben, immer heraufziehen **).

Von gleichem Alter ist ohne Zweifel auch das Süsswassergebilde an den Ufern des Bosphorus im Westen von Constantinopel, wo zwischen Daud-Pascha und Makrikoï die Steinbrüche liegen, die das Material lieferten, woraus die alten Monumente Stambuls erbaut worden sind, die Bastionen, die Wasserleitungen Justinians, die Moschee'n der Sultane. Der herrschende Kalkstein, bald feinerdig und brüchig, bald hart und krystallinisch, öfters ganz aus Muscheltrümmern zusammengesetzt, bildet Bänke von verschiedener Mächtigkeit. Die festeren zu Bauten verwendeten Schichten sind von den weicheren, mergeligen bedeckt, die schwache Schichten bilden, und durch weisse Mergel und gelbliche Thonlagen von einander geschieden sind. Die Oeffnung des Bosphorus erfolgte erst nach der Ablagerung dieses Süsswasser-Gebildes, in welchem, mit Ausnahme einer Mactra und eines Cardiums, welche in allen Schichten sehr verbreitet sind, nur Land- und Süsswasser-Conchylien vorkommen, Potamiden, Neritinen, Cyclostomen, zwei Helix-Arten, wovon die eine der H. pomatia Linn., die andere der H. rufescens nahe steht, zwei Bulimus-Arten mit Bulimus montanus Drap. und B. acutus Drap. ganz nahe übereinstimmend, eine Clausilia, eine Planorbis, der Pl. alba

*) Owen, a History of British Fossil Mammalia and Birds, Part. IV—XII.; daraus im Jahrb. für Mineralogie 1846. S. 632. Owen: Entdeckung von Pavian-Resten in neu-pliocäner Süsswasser-Formation Englands (L'Instit. 1845, XXI.; daraus im Jahrb. für Mineralogie 1848. S. 127).

**) Boué, Journal d'un voyage dans la Turquie d'Europe, 2te partie, dans les Mem. de la Soc. géol. de France, 2te sér. Vol. I. 1846.

ganz ähnlich, und eine Cypris. Alle Conchylien dieser Schichten zeigen die grösste Analogie mit den Arten, welche jetzt noch in jenen Gegenden leben *).

Von gleichem Alter scheinen die in *Algier* zu Bab-el-Ouad, Mesra und an mehreren anderen Orten, öfters ganz isolirt auftretenden Süsswasser-Kalke zu sein, welche häufig die *Melanopsis buccinoidea* Fér. einschliessen **).

Untere Gruppe. Alt-pliocäne Schichten.

Die alt-pliocänen Schichten enthalten 60 bis 70 Procent jetzt noch lebender Conchylien-Arten. Von diesen charakterisiren die Bildung insbesondere: die grosse Zahl von *Balanen* (Balanus), die in den älteren Tertiaerformationen nicht vorkommen, die vielen *Austern-* und *Pecten*-Arten, die oft lagenweise vorkommen; *Panopaea Faujasii*, *Terebratula grandis* Blumenb., eine grosse Menge *Pectunculus*-Arten, und überdies *Turbo rugosus* Lin., *Trochus magus* Lin., *Solarium variegatum* Lamk., *Tornatella fasciata* Lamk., *Pleurotoma vulpecula*, *Pl. rotata* Broc., *Fusus crispus* Bors., *Buccinum prismaticum* Bors., *Buccinum semistriatum* Broc., *Mitra plicatula* Broc., *Cassidaria echinopora* Lamk., *Cytheraea exoleta* Lamk. Die Schalen sind im Allgemeinen noch gut erhalten, bei Bivalven oft noch verbunden, und zeigen in einzelnen Ablagerungen mitunter noch blasse Farben und Perlmutterglanz. Die mit den fossilen Arten übereinstimmenden, jetzt noch lebenden Conchylien, wohnen zum Theil in den umliegenden, zum Theil im wärmeren Atlantischen, Rothen und Indischen Meere, nur einige wenige im kälteren Meere des Nordens.

Von den grossen in den Pliocän-Schichten vorkommenden Thieren sind besonders die *Wale* (Cetacea) charakteristisch, von welchen die Geschlechter *Balaena*, *Balaenoptera*, *Cetotherium*, *Physeter*, *Delphinus*, *Arionius*, *Ziphius*, *Halianassa* (letztere drei ausgestorben) nicht selten gefunden werden.

*) de Verneuil, Note géologique sur les environs de Constantinople, dans le Bullet. géol. Vol. VIII. 1837. Strickland: On the Geology of the Bosphore, in den Transact. geol. Soc. of London, Vol. V. 1840.

**) Renou, Aperçu sur la constitution géognostique de l'Algérie. Ann. des Mines, 4te sér. Vol. IV.

Von den *Dickhäutern (Pachydermata)* sind vorzüglich die Geschlechter *Mastodon*, *Dinotherium*, *Anthracotherim*, *Lophiodon*, *Tapirus*, *Palaeotherium*, *Anchitherium*, *Rhinoceros* bezeichnend. Von den *Ruminanten* kommen zwei *Hirscharten* *Cervus lunatus* Mey. und *Cervus molassicus* Jaeg., einige *Palaeomeryx*-Arten und Reste der ausgestorbenen Geschlechter *Orygotherium*, *Dremotherium* und *Dorcatherium* vor. Die *Nagethiere (Glires)* sind durch Arten von *Lagomys* und *Chalicomys* repräsentirt; die *Fleischfresser* durch die Geschlechter *Otaria*, *Pachyodon*, *Canis*, *Hyaena*, *Felis*, *Galeotherium* u. e. a. Die *Reptilien* sind ausgezeichnet repräsentirt durch die Batrachier: *Orthophyia*, *Andrias*, *Triton*, *Salamandra*, *Palaeophrynos*, *Pelophilus*, *Latonia*, *Rana;* durch das Geschlecht *Coluber* aus der Abtheilung der *Ophidier;* durch die Saurier *Crocodilus*, *Orthosaurus;* durch die Chelonier: *Testudo*, *Emys*, *Palaeochelys*, *Chelydra*, *Trachyaspis*, *Trionix*. Die *Fische* sind zahlreich.

Die Flora der alt-pliocänen Schichten ist durch 4 Palmen-Arten und viele Cycadeen-Reste charakterisirt, die ein wärmeres Klima anzeigen, und insbesondere dadurch, dass die Pflanzen im Allgemeinen den jetzt an gleichen Orten lebenden analog sind, aber doch immer ein milderes Klima andeuten und vielfältig mit der heutigen Nordamericanischen Flora in naher Beziehung stehen.

Die *Meeresbildungen* machen den Haupttheil dieser Schichten aus; doch sind auch *Süsswassergebilde* sehr allgemein verbreitet, aber niemals auf grosse Strecken in dem ununterbrochenen Zusammenhang, welchen die Meeresbildungen haben. Die Reste der Wirbelthiere der Süsswasser-Schichten sind häufig dieselben, welche die Meeres-Schichten einschliessen; ihre Conchylien aber nur Land-Süsswasser-Mollusken.

Sand, Thon, Mergel bilden die Hauptmasse der mehrsten Ablagerungen; Kalksteine der verschiedenartigsten Beschaffenheit treten theils für sich, theils im Wechsel mit jenen auf, ebenso Sandsteine und Conglomerate, worunter die wahre Nagelfluhe; letztere bilden aber auch für sich ganz grosse mächtige und weit ausgedehnte Ablagerungen.

Von den hierher gehörigen Bildungen ist wegen ihrer grossen Ausdehnung und Mächtigkeit, wegen ihres Reichthums an organischen Resten und der genaueren Kenntniss, die man

von ihr hat, die *subapenninische Meeresbildung* von besonderer Wichtigkeit. Sie wird als *Typus* der alt-pliocänen Schichten betrachtet, nach welchem die Bestimmung analoger Schichten anderer Gegenden gemacht wird. Von Asti in Piemont ist sie im Norden der Apenninen bis an's Adria-Meer verbreitet, und im Süden jenes Gebirges zieht sie sich aus Oberitalien durch Mittelitalien hinab in den Süden Calabriens gegen Monteleone. Im Allgemeinen in einer Reihe zusammenhängender Hügel fortlaufend und an den Apennin angelehnt, worauf sich der Name bezieht, steigt sie an manchen Punkten zu bedeutenden Höhen an diesem Gebirgszuge hinan, und erreicht mitunter nahezu dessen Gipfel. Ihre Massen bestehen von oben nach unten aus einem gelblichen, etwas thonigen Sand voll See-Schalthierreste, unter welchem in gleichartiger Lagerung ein blauer thoniger Mergel liegt, der ebenfalls sehr viel See-Conchylien enthält, und zu unterst endlich liegt ein sandiger Mergel mit einzelnen Conglomeratschichten.

In der oberen Sandlage liegen viele Meerconchylien, grosse Pecten-Arten und viele Austern der Art *Ostrea Hypopus*, vorzüglich aber viele Ueberreste von grossen Säugethieren, von Elephanten, Mastodonten, Rhinocerossen, Delphinen, Hirschen, Ochsen, auf deren Knochen man öfters Austern, Serpeln, Balanen wohl erhalten ansitzend gefunden hat, was unwiderleglich beweist, dass die Reste dieser Thiere allda zu einer Zeit begraben wurden, als der Sand den Meeresboden bildete und das Meer darüber stand.

Der unter dem Sande liegende bläuliche Thonmergel umschliesst die ausserordentliche Menge von Meerconchylien, die ihrer sehr guten Erhaltung wegen berühmt sind. Brocchi hat die Subapenninenbildung zuerst und sehr genau beschrieben, die grosse Mehrzahl ihrer Conchylien bestimmt *) und Deshaye unter 700 derselben mehr als die Hälfte übereinstimmend mit jetzt noch lebenden Arten gefunden. Bei Castel-Arquato unfern Piacenza, einer reichen Conchylien-Fundstätte, wurde ein Skelett eines Wallfisches in dieser Mergellage aufgefunden.

An manchen Stellen Ober- und Mittel-Italiens ist die obere Sandlage durch Sandsteinschichten repräsentirt. Der Sandstein hat

*) Brocchi: Conchyliog. foss. Subap. 1814. Neue Ausgabe 1843 in 12.

ein kalkiges Bindemittel, geht in groberdigen und bisweilen in einen concretionirten knotigen Kalkstein über, besitzt mitunter so viel Festigkeit, dass er als Baustein gebraucht werden kann, ein andermal aber verläuft er in Mergel oder thonigen Sand. De la Marmora *) hat bei Lentignano unfern Livorno in solchen Schichten viele Arten lebender Meerconchylien gefunden, als Mytilus edulis, Ostrea edulis, Venus decussata, Lucina lactea, Solen vagina, Murex trunculus etc. In der Ebene von Livorno sind solche Sandsteinschichten sehr verbreitet, jedoch nicht sehr mächtig. Sie wurden durch eine Bohrarbeit auf Springwasser nur 9 Meter stark gefunden, worauf man in die blauen Subapenninen-Mergel einschlug, und diese bei 130 Meter Tiefe noch nicht durchsunken hatte **). Man pflegt diesen Sandstein, sowohl in Oberitalien als in Südfrankreich, „obere Molasse" (Molasse superieure) zu nennen. Auf der Nordseite der Apenninen ist die Bildung stark in Piemont entwickelt, und partienweise auch in Savoyen, wo sie durch Sand- und Sandsteine repräsentirt ist, in der Lombardie, dann zumal unfern Turin, am Südfuss der Alpen, wo die oberen Schichten von Verrua und Crescentino und der Berggruppe von Monferrato hierher gehören. Weiterhin, südlich von *Castel Montalto* nach der Ebene von *Chieri*, ist die Bildung wieder stark entwickelt. An mehreren Stellen des nördlichen Italiens kommen *Süsswasser-Schichten* mit *Melania*, *Melanopsis*, *Neritina* im meerischen Subapenninen-Gebilde vor ***); bei *Siena* sieht man sie ganz deutlich zwischen den oberen meerischen Schichten. Eine dieser Bildungszeit angehörige Süsswasser-Ablagerung ist auch die sandig-thonige Bildung des oberen *Arno*-Thales bei *Figline*, die in einem alten Seebecken abgesetzt wurde, Paludinen, Anodonten, Neritinen und die bezeichnendsten Säugethier-Reste der Subapenninen-Straten einschliesst.

An vielen Orten ruhen diese auf einem tertiaeren Sandsteingebilde, welches sowohl in Oberitalien als in Frankreich *Molasse* genannt wird, aber ganz verschieden ist von der

*) Journal de Géologie t. III. und Bullet. de la Soc. géolog. de France t. III.

**) Bullet. de la Soc. géolog. 2te sér. Vol. II. 1845.

***) Pareto, sopra alcune alternative di strati marini e fluviatili nei terreni di sedimento superiore dei Colli Subapennini. 1844.

Schweitzerischen Molasse. Jenes gehört den *miocänen* Bildungen an, während diese vom Alter der Subapenninen-Schichten ist.

Im südlichen Theil von Toscana wird die meerische Subapenninen-Bildung von einem *Süsswasser-Kalk* bedeckt, mit Lymneen und Planorben, der in der Gegend von Siena die Plateaus zwischen *Monte Reggioni* und *Colle* bildet, und hier in einer Schlucht ganz unverkennbar als Decke muschelführender Subapenninen-Schichten auftritt. Nahe bei Siena erscheint der Süsswasser-Kalk als Travertin in mächtigen zelligen Massen, welche die wellenförmigen Höhen zusammensetzen; seine tieferen Lagen bestehen aus einem grobkörnigen Conglomerat, das eckige Stücke von Apenninen-Kalkstein umschliesst, die zwei bis drei Fuss Durchmesser haben, und kleinere gerundete Stücke, deren Oberfläche oft mit Balanen und Serpulen bedeckt ist. Die allgemeine Schichtenfolge ist nach Murchison's *) Beobachtungen in dieser Gegend folgende in absteigender Ordnung: a) Grobkiesiges Alluvium; b) dünngeschichteter sandiger Lehm; c) Kalkstein mit Lymneus und Planorbis, ruhend auf Travertin, in denselben übergehend und von kalkigem Conglomerat begleitet; d) Conglomerate von Apenninen-Kalkstein mit gelbem Sand, worin Ostrea und Pecten. Diese Lage geht nach unten in einen kalkigen Sandstein (Panchina) über, mit Concretionen von Sandstein, der das allgemein gebrauchte Baumaterial jener Gegend ist. e) Blaue Mergel, in ihrer oberen Abtheilung reich an Muscheln; der mächtigere untere Theil ist arm an organischen Resten und auffallend unfruchtbar. Der Boden der öden traurigen Gegend zwischen Siena und Radicofani besteht gänzlich aus diesem dunkelgrauen Mergel. Nach Savi **) enthält der thonige Mergel (*Mattajone*, *Creta* di Siena) wasserstoffhaltige organische Substanzen und verschiedene lösliche Salze. Zur Zeit der Sommer- und Herbstregen zersetzen sich die organischen Substanzen, wobei die flüchtigen, aus dem Mergelgebilde aufsteigenden Zersetzungsproducte die Ursache des un-

*) Ueber den Gebirgsbau in den Alpen, Apenninen und Karpathen, deutsch bearbeitet von G. Leonhard 1850.

**) Alcune considerazione sulla *Malaria* delle Maremme di Toscana, Congresso degli Scienzati di Pisa 1839.

gesunden Zustandes der unteren Luftschichten sind, welcher für die Bewohner der Gegend so unheilbringend wirkt.

Die subapenninischen Schichten sind auch in den Umgebungen der alten Weltstadt *Rom* entwickelt. Als ältestes Gebilde treten am Vatican, am Fuss des Monte Mario Schichten von blauem, muschelführendem Mergel und Thon auf. Letzterer wird in der Gegend in Menge als Ziegel-Erde benützt. Auf diese weichen Schichten folgen harte Sandstein-Schichten von gelber Farbe, oft kalkig, und Conglomeratbänke mit Bruchstücken von Apenninenkalkstein. Die meisten Muscheln enthalten diejenige Lagen, durch welche diese beiden petrographisch verschiedenen oberen und unteren Schichten mit einander in Verbindung stehen. Einzelne Conchylien-Arten, wie Cleodora lanceolata und Cleod. Vaticani, sind bis jetzt immer nur in den unteren blauen Mergeln gefunden worden, und niemals in den darüber liegenden gelben Sandsteinen.

Vielfältig ist dieses Subapenninen-Gebilde in der Gegend von Rom von vulcanischen, submarinischen Ablagerungen überdeckt, wie gerade am Abhang des Monte Mario, wo Peperino und vulcanischer Tuff die gelben Sandsteine überlagern. Es sind dieselben vulcanischen Ablagerungen, welche den Boden der Campagna bedecken. Sie liegen an den *Hügeln Roms* deutlich über dem Subapenninen-Gebilde, an der *Villa Borghese*, und an vielen anderen Orten. Man muss sie als Ablagerungen betrachten, welche den Schluss der Subapenninen-Periode bezeichnen *). In den um Rom verbreiteten Schichten derselben findet man Reste von *Elephas primigenius*, *Hippopotamus major*, *Rhinoceros leptorhinus*, *Equus fossilis*, *Cervus primigenius*, welche alle deutlich das Gepräge an sich tragen, dass sie von Wassern transportirt wurden, und einst unter dem Meeresspiegel lagen. Diese Thiere waren die Bewohner der Apenninen-Gegenden in der älteren Pliocän-Zeit. Ihre Knochen wurden mit Schlamm, Sand und Grus in die nahen Meeresbuchten geführt, und hier mit Muscheln und Cetaceen-Resten vermengt. Als nun die Absätze dieser Zeit über den Meeresspiegel gehoben und festes Land geworden waren, da war im Tiber-Thal ein breiter Fluss oder ein See, worin sich aus zerstörten und verwitterten Subapenninen-Schichten und den

*) Murchison a. o. a. O.

darüber gelagerten vulcanischen Straten eine grosse Masse Sand und Grus absetzte und eine post-pliocäne Ablagerung gestaltete. Man sieht ihre Beschaffenheit sehr deutlich oberhalb *Ponte Molle.* In diesen quaternaeren Schichten liegen die Reste ganz anderer Thiere, welche erst, nachdem die submarinen Absätze festes Land waren, jene Gegenden bewohnten, Reste von *Ursus*, *Meles antediluvianus*, *Felis brevirostris*, *Sus scropha*, *Equus asinus fossilis*, Wasservögel, Frösche u. s. w. *)

In den nächsten Umgebungen von Rom liegen die Subapenninen-Schichten horizontal; gegen den Gipfel des Monte Mario und in der Richtung gegen Civita Vecchia zeigen sie aber vielfältige Brüche, Aufrichtungen und Windungen. Aehnliches sieht man in Toscana; an den Ufern der Elsa liegen die blauen Mergel und gelben Sandsteine horizontal, östlich von *Volterra* fallen sie schon unter 35° östlich ein, und in noch grösserer Entfernung, bei *Specchiagalione* und bei *Pignano* auf dem Wege nach *Colle* sind sie immer mehr geneigt. Wo der basaltische Berg von *Radicofani* die Mulden der blauen subapenninen Mergel durchbricht, die zwischen dem Monte Amato im Westen und dem Monte Cetona im Osten liegen, zeigen ihre Schichten bedeutende Störungen.

Wie in Sicilien, so sieht man auch an der Küste von Italien die Pliocänschichten in unmittelbarer Verbindung mit jüngeren und immer jüngeren, in welchen endlich die Muschelreste ganz und gar mit den jetzt in der nahen See lebenden übereinstimmen.

In Toscana enthalten die blauen Mergel (Mattajone) *Gypslager*, die in Bänke abgesondert sind, einen schönen weissen durchscheinenden Alabaster liefern. In zerstreuten Knollen mit kugeliger und traubiger Oberfläche liegt der Gyps auch in verschiedenen Höhen der Mergelbildung. Im Südwesten von *Volterra* treten aus den geneigten Gypsbänken *Salzquellen* hervor, die zu Bohrarbeiten geführt haben, durch welche *Steinsalz* entdeckt wurde, das, wie der Gyps, Bänke bildet, die zwischen Gypsmergeln und salzigen Mergeln eingeschlossen liegen. Der

*) Ponzi hat sie in seinem Vortrage, der in den Atti della ottava riunione degli Scienziati Italiani, Genova, enthalten ist, genau angeführt, und von den Thierresten der älteren Pliocän-Periode sehr richtig unterschieden.

Salinenbetrieb, welcher die Salzsoole zu Gute macht, die durch eine Bohrarbeit in den Mergeln erschrotet wurde, liefert das Hauptquantum Kochsalz für Toscana.

Am nordöstlichen Abfall der Apenninen ist die Subapenninenbildung längs der Küste des Adria-Meeres von Ancona bis Monte-Corno abgelagert, und bildet in dieser Erstreckung vorzüglich die Hügelreihen, die sich vom Fuss des Gebirges gegen die Küste ziehen. Conglomerate, Sand und Mergel folgen unter einander, wie in Toscana. Es sind namentlich die Conglomeratbänke hier mächtiger entwickelt, erreichen eine grosse Ausdehnung zwischen Grottamare und Ripatransone, allwo Reste von Elephant, Rhinoceros, Hirsch und anderen Säugethieren darin liegen. Nördlich von Ascoli erreicht das Conglomerat über 100 Meter Mächtigkeit. Die blauen Mergel schliessen Lagen von *Braunkohlen*, Stücke von *bituminösem Holz* ein; nach unten liegen dünne Fasergyps-Lagen zwischen Sandsteinschichten, denen des oberen gelben Sandes ähnlich, die den Gyps vom Mergel sondern.

Die Schichten von Mergel und Sandstein sind in der Nähe des Gypses aufgerichtet und selbst mehrfältig gebogen, während sie weiter davon entfernt in den oberen Lagen sich in ihrer ursprünglichen horizontalen Stellung erhalten haben. An mehreren Punkten treten auch hier Salzquellen aus den unteren blauen Mergeln hervor. Die charakteristischen Versteinerungen *Mactra triangula* Broc. und *Corbula gibba* Lamk. treten in allen Höhen dieser Schichtenreihe auf, von den dunkeln Mergeln an bis herauf zum oberen gelben Sand.

Im nördlichen Calabrien liegt bei *Lungro*, unmittelbar unter dem Schuttland des Cosenza-Thales, eine ausserordentlich mächtige *Steinsalzmasse.* In der Grube, durch welche sie abgebaut wird, führt eine Treppe von 1200 Staffeln, die in reines Steinsalz eingehauen sind, zu den tiefsten Bauten nieder. Nach Pilla *) soll diese ausserordentliche Steinsalz-Lagerstätte der Pliocänperiode der subapenninischen Mergel angehören.

*) Atti della riunione degli Scienziati italiani a Padua 1842. Es ist indessen wahrscheinlicher, dass das Steinsalz von *Lungro*, das von Kalk- und Sandstein-Schichten umschlossen ist, die davon weithin imprägnirt sind, der Kreidebildung angehöre.

In den *Abruzzen* sind diese längs der Küsten des Adria-Meeres entwickelt, und in den Provinzen Avellino und Basilicate dringen sie in's Innere der centralen Gebirgskette ein, und treten hier in aussergewöhnlicher Mächtigkeit auf. Die oberen Sandlagen erfüllen auch das Thal von Cosenza; sein Grund ist ganz mit muschelreichen Schichten bedeckt, so dass man berechtigt ist, anzunehmen, die heutigen Buchten von Squillace und Santa-Eufemia, die jetzt ein Isthmus trennt, seien in der Bildungszeit der Subapenninenformation mit einander in Verbindung gestanden, so dass zwischen Nord- und Südcalabrien damals eine Meerenge bestand, ähnlich der heutigen bei Messina, wobei Südcalabrien, dessen Küsten von Pliocänschichten eingesäumt sind, eine Insel war. Im Osten des Monte-Corno liegen in der Nähe der Adriaküsten, an den Kreidesandstein der Apenninen angelehnt, muschelreiche subapenninische Mergel in einer Reihe niedriger Hügel ausgebreitet, schliessen hier Gyps und Bitumen ein und Partien von schwefelsaurem Strontian. Auf der Sicilischen Seite fehlen sie. An den italischen Küsten des Jonischen Meeres liegen sie wieder im Mésima-Thal. In *Sicilien* ruhen auf den älteren, Gyps und Schwefel führenden Tertiaerschichten in *abweichender* Stellung Subapenninen-Mergel in der Gegend von Nicosia, Girgenti und Cattolica.

Von den an der Westseite Italiens liegenden Inseln zeigt vorzüglich *Sardinien* die Subapenninenbildung in grösserem Maasstabe entwickelt. Sie nimmt dort an der Westseite des Hauptgebirgszuges, im mittleren Theil der Insel, eine grosse Fläche ein; am östlichen Fuss zeigt sie sich in einigen unbedeutenden Ablagerungen, die durch Pecten pleuronectes Lam. als hierher gehörig bezeichnet sind.

In *Frankreich* sind die alten Pliocänschichten an vielen Stellen des Südens in kleinerem Maasstabe abgelagert. Am ausgezeichnetsten treten sie in den Umgebungen von *Perpignan* auf, wo sie durch Wasserrisse aufgeschlossen an einigen Punkten in der Nähe der Stadt, besonders aber zu *Bagnols des Aspres* am Tech, zu *Millas* und zu *Trouillas* mächtiger entwickelt und reich an Meeres-Muscheln sind, welche unregelmässig durch die ganze Masse eines sandigen Thones verbreitet liegen. Stellenweise ist der Thon durch Infiltration von Kalk oder Eisenoxydhydrat fester verkittet. Die Schichten

sind aufgerichtet ohne Zweifel durch das Hervorbrechen der Ophite, das dem Landstrich Canigou seine jetzige Gestaltung gegeben hat. Die Muscheln dieser Ablagerung, schon längst in weiten Kreisen bekannt, stimmen der grossen Mehrzahl nach mit denen der subapenninischen Hügel überein. Am bezeichnetsten sind: *Lucina divaricata*, *Cyprina gigas*, *Cytheraea exoleta*, *casinoides*, *rufescens*, *Cardium edule*, *sulcatum*, *Pecten Jacobaeus*, *laticostatus*, *Ostrea edulis*, Natica millepunctata, *Turritella tornata*, *Murex brandaris*, Buccinum clathratum, semistriatum, Cypraea coccinella, Balanus.

In *Deutschland* ist die Subapenninenbildung in den südlichen und nordwestlichen Ländern in grosser Verbreitung entwickelt; dort im Zusammenhange als *Molasse-Gebirge* ausserordentlich mächtig, hier in mehr vereinzelten und weniger mächtigen Ablagerungen. Im nordwestlichen Deutschland *) tritt sie zunächst da auf, wo der Teutoburger Wald sich gegen die grossen Sandebenen des alten Meerbusens von *Münster* verliert. Ihre Schichten ziehen sich vielfältig unterbrochen zwischen der Weserkette und der Hauptkette des Teutoburger Waldes über *Hellern*, *Astrupp*, *Melle*, *Bünde*, *Herford*, *Lemgo*, *Friedrichsfeld* u. s. w. bis hinter *Cassel* fort. Jenseits der Weserkette erscheint diese Bildung zwischen *Hannover*, *Braunschweig*, *Hildesheim* und *Ahlfeld* an vielen Orten, und tritt weiter nördlich im Norddeutschen Tiefland als eine vorherrschend sandige Bildung auf, die Volger mit dem Namen „*Ülzener-Sand*“ bezeichnet hat. Ihre Massen bestehen theils aus Sand, Sandmergel mit einzelnen Sandsteinbänken, die meistens eisenhaltig sind, theils aus hellgrauen kalkreichen Mergeln oder thonigen Kalksteinen, die an der Luft bald zerfallen. Letztere bilden grosse Strecken fruchtbaren Feldes in den Wesergegenden, enthalten aber nur an einigen Stellen erkennbare organische Reste. Der Boden aber, der durch Verwitterung des Gesteins entsteht, ist voll mürber zerbrechlicher Schalen von Muscheln, und wird an vielen Stellen zum Verbessern der Felder benutzt. Die grösste Mächtigkeit dieser Mergellager beträgt nicht über 80 Fuss. In der Gegend von

*) Graf zu Münster, Bemerkungen über einige tertiaere Meeresbildungen im nordwestlichen Deutschland, im Jahrb. für Mineralogie. 1835. S. 220 ff.

Osnabrück liegt die Bildung etwa 200 Fuss über dem Meere, sie zieht sich aber südlich mehr in die Höhe, erreicht bei Dransfeld schon eine solche von 1200 Fuss, und liegt bei Cassel im Ahnegraben wohl 1600 Fuss über dem Meeresspiegel. Bei *Cassel* bildet im Ahnegraben, am Apolloberge und am Mont-chéri ein gelber eisenschüssiger Sand mit einzelnen festen Schichten von Sandstein die Hauptmasse. Die Versteinerungen sind vielfältig zerbrochen und durchaus sehr mürbe. Sie wurden mit grosser Sorgfalt von Dr. Philippi *) gesammelt und bestimmt. Die überwiegende Mehrzahl stimmt mit denen der Subapenninenbildung ganz überein, und ein Viertel der Arten existirt heute noch lebend. Die grössere Zahl dieser kommt im Mittelmeer vor, die geringere in der nahen Nord- und Ostsee. Mit Arten der älteren eocänen Grobkalkbildung von Paris stimmen auffallenderweise 20 Procent überein, mehr als man bis jetzt in irgend einer jüngeren Tertiaerschicht eocäne Arten gefunden hat **). Von 121 Arten, die in den *Casseler* Schichten vorkommen, sind 35 Arten denselben eigenthümlich ***). Sie enthalten überdies eigenthümliche Fischreste, den *Sphaerodus parvus* Ag. und *Otodus tricuspis* Ag., Trümmer von Krebsen, einige Zoophyten und Radiarien. Die *Osnabrücker* Schichten enthalten ebenfalls Fischreste, *Sphaerodus truncatus* Ag., *Oxyrhina Desorii* Ag. und Ox. minuta Ag. Zu *Bünde* wurden *Otodus subplicatus* Ag. und *Oxyrhina Desorii* Ag. gefunden. Ausserdem zeichnen sich die Norddeutschen Pliocänschichten auch durch viele *Polythalamien* und *Cytherinen* aus †). Erstere erreichen überhaupt in der Pliocän-Zeit ihre höchste Zahlen- und Formen-Entwickelung.

*) Programm der höheren Gewerbschule zu Cassel für 1841—1842. S. 1—32. Beiträge zur Kenntniss der Tertiaerversteinerungen des nordwestlichen Deutschlands. Cassel 1843. 4° mit 4 Tafeln.

**) In der italischen Subapenninenbildung stimmt kaum eine oder die andere Art mit einer des Grobkalks von Paris überein.

***) Die vollständigsten Sammlungen der Tertiaerversteinerungen des nordwestlichen Deutschlands sieht man bei H. Professor Dr. Philippi zu Cassel und H. Bergrath Schwarzenberg daselbst.

†) Siehe: Roemer, die *Cephalopoden* des Norddeutschen Tertiaersandes im Jahrb. für Mineralogie 1838, S. 381 ff. und *dessen*: *Cytherinen* des Molasse-Gebirges im Jahrb. für Mineralogie 1838. S. 514 ff.

Ohne Zweifel sind in dem Gebiet dieser Norddeutschen Pliocänbildung auch gleichzeitige Süsswasser-Ablagerungen vorhanden. Die *Thon-* und *Braunkohlen-Ablagerungen* in *Niederhessen*, bei *Magdeburg* und *Bokup* liegen aber *unter* den dortigen Pliocänschichten, und sind somit älter *). Dasselbe ist wohl auch der Fall bei den Lagern von *Süsswasser-Kalk*, die nach Gutberlet **) der tertiaeren Thon-, Sand- und Mergelbildung *Oberhessens*, die in der Gegend von *Amöneburg* sehr verbreitet ist, sich mit Unterbrechung südwärts bis in die Gegend von *Treisa an der Lumpda* und nordwärts bis *Neustadt*, *Ziegenhain*, *Friolendorf*, *Homberg* u. s. w. erstreckt, untergeordnet sind, wie bei *Oberhausen*, auf der *Mardorfer* Trift und bei *Treisa an der Lumpda*. Das Gestein ist theils dicht, theils ein lockerer Kalkmergel mit Lymneen und Planorben. Auf der *Mardorfer* Trift enthält das Gestein viel kohlensaures Eisenoxydul und ist hellgrau. Nach den verschiedenen Mengen, die der Kalk, der Mergel und selbst auch der Thon von dieser Eisenverbindung enthält, geht in wahren Kalk-, Mergel- und Thon-Eisenstein über; stellenweise ist das kohlensaure Eisenoxydul ziemlich rein ausgesondert. Beim Verwittern werden diese Massen gelb und braun, und verwandeln sich in analoge Modificationen von Brauneisenstein. Auch die Süsswasser-Conchylien sind von dem Eisen-Carbonat durchdrungen.

Die untersten Schichten dieser vorherrschend meerischen Tertiaerbildung werden in den Gemarkungen von *Mardorf* und von den *Drei Hausen* durch einen bituminösen, mit vielem Kohlen-Mulm vermengten Sand gebildet, der viele kleine Geschiebe aus dem benachbarten rheinischen Schiefergebirge enthält. Die höher liegenden Mergel- und Schieferbetten umschliessen stellenweise *Braunkohlen*, nicht selten Baumstämme von bedeutenden Dimensionen, namentlich am nördlichen Abhange des *Mardorfer* Gemeindewaldes, wo die Bildung aus lauter Trümmern besteht. Bei *Ziegenhain*, *Friolendorf* und *Treisa an der Lumpda* kommen geschlossene, mächtigere Braunkohlen-Lager vor, die abgebaut werden. Die Mächtigkeit dieser ganzen Tertiaerbildung ist wechselnd von einigen Fussen bis über zweihundert Fuss. *Basalte* haben die ur-

*) Schwarzenberg im Jahrb. für Mineral. 1833.

**) Jahrb. für Mineral. 1847.

sprüngliche Schichtenlage mannigfaltig verändert und aufgerichtet, den Zusammenhang der Bildung getrennt, grosse Theile derselben zerstört. Die spärlichen Reste dieser Schichten deuten das frühere Vorhandensein einer weit verbreiteten, ununterbrochenen Bildung an. Stellenweise, wie z. B. im *Mardorfer* Gemeindewald, hat sich der Basalt *über* die Tertiaerschichten hingelegt; an anderen Punkten hat er Trümmer des tiefer liegenden Secundärgebirges, Stücke von *buntem Sandstein*, vor sich her geschoben und bis auf die Oberfläche der Tertiaerbildung gebracht, auf der man sie oft in den grössten Dimensionen verbreitet sieht. Er schliesst auch selbst Fragmente dieses Sandsteins ein, und mitunter grössere Lager-Stücke *).

Der *Polirschiefer* vom Habichtswald bei Cassel, ein der Pliocänzeit angehöriges eigenthümliches Gebilde, das durch die Fischabdrücke, die dem Leuciscus leptus Ag. angehören, bezeichnet ist, erscheint als ein Haufwerk von Infusorien, von denen nach Ehrenberg **) *Gaillionella varians* als charakteristische Form auftritt. Ueberdies kommen darin vor *Navicula viridis* und noch 5 weitere Arten dieser Gattung. Die Stellung der Thon- und Braunkohle-Ablagerungen am *Habichtswald*, bei *Almerode*, *Höxter*, *Lemgo*, *Minden* u. s. w. ist noch nicht ganz sicher ermittelt. Sie gehören wohl der Miocänzeit an.

In Süddeutschland sind Meeresschichten, nach den Untersuchungen des Grafen Münster identisch mit denen bei Cassel u. s. w. im *Donauthal*, zwischen *Dischingen* und *Ortenburg* bei Passau abgelagert.

Das wichtigste Gebilde, neben der *subapenninischen* Sand- und Mergelbildung, ist das grosse und mächtige Gebilde der *Molasse* ***). Es ist am vollkommensten an der Nordseite der Alpen, längs ihrem Fusse, im grossen Schweitzerthale zwischen den Alpen und dem Jura, so wie in Oberschwaben, im Allgau und Vorarlberg entwickelt. Die herrschenden Gesteine sind *Sandstein* und *Nagel-*

*) Nach späteren Mittheilungen von Genth (Jahrb. für Min. 1848) gehört diese Oberhessische Tertiaerbildung den Miocänen Schichten an.

**) Schriften der Berliner Academie 1836 und Jahrb. für Mineralogie 1837. S. 371.

***) B. Studer, Beiträge zu einer Monographie der Molasse. Bern 1825.

fluhe. Den Sandstein heisst STUDER, dessen vortreffliche Arbeiten so vieles Licht über das Molasse-Gebilde und seine Beziehungen zur Subapenninenbildung verbreitet haben *), ein für allemal *Molasse*, seine Beschaffenheit seie, wie sie wolle, und unter *Nagelfluhe* versteht er das Conglomerat abgerundeter Gerölle mit Sandstein-Bindemittel. Der Molasse-Sandstein bildet die Grundlage des ganzen Gebildes, und ist am allgemeinsten abgelagert.

Ihr Name dient zur Bezeichnung der ganzen, aus mehreren Gliedern zusammengesetzten Gebirgsbildung, und ist ursprünglich in der französischen Schweitz zur Bezeichnung des dorligen lockeren, weichen Sandsteins gebraucht worden.

Nach der Art der Ablagerung des Gebildes, einerseits am Fuss der Alpen und andererseits am Abfall des Jura, pflegt man dasselbe in zwei grosse Gruppen abzutheilen, in die *subalpinische* und in die *subjurassische*. Letztere nimmt ihre Stelle immer über der subalpinischen Gruppe ein, bildet die jüngeren, oberen Schichten, und auf allen Hügeln, die am Fuss des Jura bis zu einer gewissen Höhe ansteigen, und bis herein ungefähr in die Mitte des grossen Schweitzerthales, die obersten Lager.

Die gewöhnlichste Modification der Molasse, die gemeine Molasse, ist ein feinkörniger Kalk- oder Mergelsandstein von grauer, gelber, grünlicher oder bläulicher Farbe, der in Säuren zerfällt. Hin und wieder ist die Molasse sehr dicht, sieht dichtem Kalke ähnlich, und zerfällt in Säuren nicht. Zwischen dieser Abänderung und einer grobkörnigen, welche öfters vorkommt, liegen zahlreiche Mittelstufen. Mitunter enthält die Molasse eine Menge schwarzgrüner Körner. Die dichte hat ein spec. Gewicht von 2.6....2.7. Lockere Abänderungen zeigen ein spec. Gewicht von 2.3...2.4. In einigen Gegenden ist die Molasse ganz locker, und besteht im Grunde aus einem feinen, durch wenig kalkiges Bindemittel schwach zusammengekitteten Sand, so dass der Stein bei einem leichten Schlag, oder im Wasser, meist zerfällt. Nicht selten verläuft sich diese Abänderung in einen wahren, durch kein Cement verbundenen

*) S. *Dessen* angeführte Schrift, so wie *Dessen* Angaben im Jahrb. für Mineral. 1841 S. 232 und im Aperçu de la Structure géologique des Alpes. Neuchatel 1845.

Sand. In der lockeren Molasse und im Sande liegen öfters harte, hervorragende Knauer, die durch Concentration des kalkigen Bindemittels entstanden sind, und häufig sich zu untergeordneten Kalk-Lagern ausdehnen. Sie enthalten mehr oder weniger Sand, und bestehen manchmal aus ziemlich reinem Kalk.

Als untergeordnete Glieder des Molasse-Gebirges erscheinen *Nagelfluhe*, *graue* und *bunte Mergel* und *Thon*, *Braunkohle*, *Stinkstein*, *Kalkmergel*, *Kalkstein* und *Gyps*.

Die *Molasse* ist überall in Schichten abgesondert, deren Mächtigkeit vom Schieferigen bis zu mehreren Metern anwächst. Zuweilen schliessen diese so fest aneinander, dass man sie kaum unterscheidet, und es das Ansehen hat, als wären ganz grosse Molasse-Massen ohne alle Schichtung, und öfters sind auch die Schichtungsspalten durch Sand oder sandigen Schlamm verdeckt. Seltener sieht man die Molasse in grosse, platte, scharfkantige Ellipsoide, von 5 bis 15 Meter Länge und $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Meter Höhe, abgesondert, die eingreifend über einander liegen, und durch Mergellager getrennt sind. In kleineren Dimensionen zeigt sich dieselbe Structur auch in den untergeordneten grauen Mergellagern. Wellenförmige Schichten kommen öfters vor.

Der Witterung ausgesetzt, werden die meisten Abänderungen der Molasse, von Aussen herein, gelb oder braun. Viele blättern sich ab, Ecken und Kanten werden zerstört, und der Stein bedeckt sich mit einem lockeren Sande. Durch den Frost leiden insbesondere die lockeren, bindemittelreichen, wassereinsaugenden Abänderungen. Es lösen sich parallel der Schichtung Schiefer ab, oder grössere, dickere Tafeln. Zu Fundamentsteinen taugt die Molasse im Allgemeinen wenig, insbesondere an solchen Orten, wo sich organische Substanzen zersetzen. Sie saugt die Feuchtigkeit der Erde auf, und leidet dadurch beträchtlich; weit stärker aber wird sie durch die Salpetersäure angegriffen, welche, bei der Fäulniss thierischer Theile erzeugt, sich mit dem Kalke des Bindemittels zu Mauersalpeter vereiniget, und dadurch ein baldiges Zerfallen des Steins herbeiführt. Das zerfliessliche Salz wird durch Capillarität schnell verbreitet, und so steckt ein einzelner angegriffener Stein oft alle anderen an. Zu Wasserbauten verwendet man die festen feinkörnigen Abänderungen; zu Steinen für

Feuerungen benützt man die grobkörnigeren. Frisch gebrochen ist die Molasse, der Bergfeuchtigkeit wegen, gemeiniglich weich, und in dünnen Stücken zerbrechlich. Durch Trocknen an der Luft gewinnt sie eine weit grössere Festigkeit, so dass sie dann vortheilhaft als Baustein gebraucht werden kann. Man findet sie in allen Städten am Bodensee und in den meisten der äusseren Schweitz, zu allen Arten von Gebäuden verwendet. Leider wurde bei diesen nicht immer die nöthige Sorgfalt bei der Wahl des Steins beobachtet, und man sieht mehrere der grössten, und in historischer Beziehung merkwürdigsten Gebäude, stark von der Witterung benagt. Das interessanteste Bauwerk, welches in neuerer Zeit aus Molasse construirt wurde, ist der berühmte Grabstein zu Hindelbank in der Schweitz. An vielen Orten verarbeitet man die feinkörnigen Sandsteine zu gesuchten Schleifsteinen.

Der Sandstein der *subjurassischen* Gruppe, den man zur Unterscheidung von den tieferen *subalpinischen* Schichten, und weil er mehrfältig ganz aus Sand und Muscheltrümmern, durch einen Kalkkitt vereiniget, besteht, auch stellenweise eine ausserordentliche Menge Muschelschalen einschliesst, auch *Muschelsandstein* heisst, hat im Allgemeinen eine geringere Festigkeit. Er hat bald ein kalkiges, bald ein mergeliges Bindemittel, das oft in so geringer Menge zwischen den Quarzkörnern liegt, dass man den Stein zerdrücken, mit Hacke und Schaufel zerhauen und umgraben, ja häufig selbst mit den Fingern aushöhlen kann. Stellenweise ist er fester, zumal durch Ueberhandnehmen des kalkigen Bindemittels, bei dessen Vorherrschen das Gestein den Charakter eines Kalksteins annimmt, und wie ein solcher benützt wird. Es löst sich alsdann in Säure mit Hinterlassung von 20 bis 30 Procent Sand leicht und schnell auf. Ist das Bindemittel mergelig, so hat das Gestein geringere Festigkeit und Härte, saugt viel Wasser ein und wird durch Frost zerstört. Man hat in Gegenden, wo solcher Muschelsandstein herrscht, grosse Mühe, sich taugliche Bausteine zu verschaffen, und muss sie öfters aus der Ferne herbeiholen, da der Stein der Umgebungen, an der Luft der Witterung ausgesetzt, zerfällt und so zerstörbar ist, dass er gar nicht zu Feldmarken benutzt werden kann *). Ja an vielen

*) Die scheinbare Festigkeit und grössere Härte einzelner Schichten

Stellen erscheint das Gebilde ganz in der Beschaffenheit eines schwach zusammengebackenen Sandes.

Die gewöhnliche Farbe ist grau, mit Uebergängen in bläuliche und grünliche Farbentöne, die häufig auftreten, auf weite Strecken vorherrschen und mitunter ziemlich dunkel sind. Diese Färbungen werden theils durch feine Körnchen von Grünerde bewirkt, theils durch Einmengung einer eigenthümlichen, grünen Verbindung, die in lauchgrünen Körnern eingestreut ist, und oft auch in feinen, wachsartig glänzenden Häutchen durchzieht und dem Steine einen auffallenden grünen Farbenton gibt. Sie liegt bisweilen auch in bohnengrossen Partien darin. Brunner hat sie analysirt und darin gefunden: 40,1 kohlensauren Kalk, 36.7 phosphorsauren Kalk, 16.2 Kieselerde mit Spuren von Manganoxyd, 5,8 Wasser nebst thierischer Substanz, Spuren von Talkerde und Eisen *).

Das Korn ist häufig grösser als bei der subalpinischen Molasse. Besonders bezeichnend ist die Bemengung kleiner Geschiebe von hornstein- und feuerstein-artiger Beschaffenheit, mit auffallender glatter Oberfläche. Wo das Bindemittel kalkig ist, da zeigt sich auch eine Einmengung von Kalkspath, in Körnern, Adern, kleinen Nestern, zumal bei den festeren Abänderungen, bei denen der Kalkspath oft ganz allein als Bindemittel auftritt. Mitunter liegt verkieseltes Holz darin.

Den Namen *Muschelsandstein* rechtfertiget insbesondere die grosse Menge in ihm liegender Schalthiere. Einzelne Schichtungsflächen sind ganz mit Steinkernen von Cardien und Cythereen bedeckt, und nicht selten liegen mehrere solche Muschellagen mehrfach und nahe über einander, durch dünne Sandsteinstreifen getrennt. Häufig ist der ganze Stein von festen Muscheltrümmern durchdrungen, und stellenweise durch deren nester- und streifenartige Anhäufung ganz verdrängt. Manchmal sind Schalen verschwunden und haben leere Räume zurückgelassen, deren Wandungen mit sehr kleinen Kalkspath-Krystallen überkleidet sind.

hat die Leute schon öfters verleitet, Feldmarken daraus zu machen. Nach dem ersten Winter aber, dem die Steine im Freien ausgesetzt waren, lag allemal im Frühjahr an der Stelle jedes Marksteins ein Häufchen Sand.

*) Studer, Monogr. d. Molasse, S. 176.

Das festere Gestein hat Neigung zu dickschieferiger Absonderung, bildet manchmal ziemlich starke Bänke, die, wenn das Bindemittel kalkig ist, als Baustein benützt werden können; dünnere Schichten geben Platten.

Die *Nagelfluhe*, welche den Muschelsandstein begleitet, enthält immer weniger Gerölle, als die Nagelfluhe der subalpinischen Gruppe, und diese liegen neben einander, ohne sich zu berühren, und so ist gewöhnlich jedes Geröll vom Bindemittel ganz umschlossen. Dieses besteht aus Kalk mit eingemengten Muschelschalen, oder aus der Grundmasse des Sandsteins. Ja ein grosser Theil dieser Nagelfluhe ist ein wahrer Sandstein mit zerstreut eingemengten Geröllen. Die darin eingeschlossenen Muschelschalen sind lagerweise oft ausserordentlich angehäuft, liegen nicht selten der Schichtung parallel und bewirken eine Absonderung in Platten. Wenn sie durch die ganze Gesteinmasse zerstreut liegen, geben sie derselben eine grosse Festigkeit, durch ihr Ineinandergreifen und festes Anhängen an Bindemittel und Gerölle. Die Räume verschwundener Muschelschalen sind, wie beim Sandstein, mit Kalkspath-Krystallen ausgeschmückt. Die grünen Theile, welche den Muschelsandstein so sehr auszeichnen, fehlen ganz.

Die Grösse der Gerölle übersteigt selten die einer Baumnuss. Sie haben ein frisches Ansehen und bestehen in einigen Gegenden vorherrschend aus buntfarbigen Gesteinen des massigen Grundgebirges, in anderen aus Geröllen verschiedener Kalksteine.

Muschelsandstein und Muschelnagelfluhe wechseln häufig mit einander ab; gewöhnlicher nimmt aber die Nagelfluhe die oberste Stelle ein. Ihre Schichten sind häufig geneigt unter starken bis zu 40° gehenden Winkeln, und nicht selten zeigen sie Umbiegungen in einem und demselben Hügel, oder im gleichen Steinbruch, während die Sandstein-Grundlage unter schwachen Winkeln und oft nach anderen Richtungen geneigt ist. Es kann dies wohl davon herrühren, dass die geringen Veränderungen, welche der Sandstein, die Grundlage der Nagelfluhe, erlitten, erst *nach* der völligen *Erhärtung* dieser statt gefunden haben. Dabei konnten die weicheren Sandsteinschichten, den auf grosse Distanzen wirkenden plutonischen Kräften, eher nachgeben, sanfte Biegungen annehmen, und bei einem geringeren Neigungswinkel die Niveauverschiedenheit

durch grössere horizontale Erstreckung ausgleichen; die Nagelfluhlager aber, dick, fest, zusammenhängend, keiner Biegung fähig, mussten bersten, wenn ihre Unterlage die Schichtenstellung veränderte, und als Folge eines gewaltsamen Zerreissens derselben sehen wir ihre stärkeren Neigungen, und diese nach verschiedenen Richtungen gehen *).

Die *Nagelfluhe* der subalpinischen Gruppe hat ein grobkörnigeres Bindemittel als die Muschelnagelfluhe, und die Gerölle stossen meist unmittelbar an einander. Ueber die Grösse der Gerölle lässt sich nichts Allgemeines sagen. Sie ist in einer und derselben Schicht oft so verschieden, dass Blöcke von ein Meter Durchmesser und kleinere Gerölle bis zur Körnergrösse durch einander liegen. In anderen Schichten ist die Grösse zwischen engeren Grenzen eingeschlossen. Gewöhnlich hält sie das Mittel zwischen $1\frac{1}{2}$ und 3 Zoll. Die Gerölle stammen vielleicht grösstentheils aus dem im Norden der Alpen gelegenen Gebirge des Schwarzwaldes.

Im Emmenthal und bei Thun, welche Stellen dem Schwarzwald am nächsten liegen, enthält das Gestein vorwaltend die mannigfaltigen Porphyre und verschieden gefärbte Granite, wie sie im Schwarzwalde, aber nirgends in den Alpen vorkommen. Gegen Osten nehmen diese Gerölle allmählig ab, es treten Gerölle von Kalkstein und Sandstein an ihre Stelle, die von den äussern Alpenketten abstammen, von rothem Conglomerat, das aus dem Sernfthal kommt; in Vorarlberg und Südbayern mischen sich weisse Quarze, verschieden gefärbte Hornsteine und Kalksteine bei, wie sie in den Kalkalpen der Walserthäler anstehen. Im Westen, in der Freyburgischen und Waadtländischen Nagelfluhe liegen Jurakalke und eine Menge Trümmer aus den vordersten Kalk- und Sandsteinketten der Alpen.

Die Farbe des Gesteines ist im Allgemeinen grau, doch erscheinen auch in ganzen Gebirgen braune und rothe Farben, wie wir sie bei der Molasse niemals sehen, wo sie selbstständig auftritt. Die Festigkeit ist eben so verschieden, wie bei der Molasse. Wie die Festigkeit dieser in grösserer Entfernung von den Alpen abnimmt, so ist sie auch bei der Nagelfluhe geringer in der Nähe des Jura, als am Fusse der

*) Studer, Monogr. der Molasse, S. 194.

Alpen, wo sie oft so bedeutend ist, dass man nur mit grosser Anstrengung einzelne Stücke losschlägt.

Die Bildungsweise der Nagelfluhe scheint dieselbe, wie die der Geröllbänke in strömendem Wasser, gewesen zu sein *). Die Strömung muss von Norden her gegen die Alpen gegangen sein; nur so begreift man die Vermengung nördlicher Geschiebe mit alpinischen.

Ein besonderes Interesse gewähren die eigenthümlichen Veränderungen, welche viele Nagelfluhe-Geschiebe *nach* der Bildung des Gesteins und seit seiner Ablagerung an der jetzigen Stelle erlitten haben müssen. Es sind davon folgende drei Arten bekannt **):

1) Es kommen in wagerecht liegender Nagelfluhe, die seit ihrer Bildung keine Veränderungen der ursprünglichen Lage erlitten hat, einzelne Geschiebe vor, welche ganz oder theilweise zerquetscht sind, so dass die Spalten sternförmig von einem Punkte auslaufen, an welchem man die Spuren einer Zerquetschung noch deutlich erkennen kann. Solches zeigen Geschiebe der Nagelfluhe bei *Ober-Uster* und *Schneisingen.* Diese Erscheinung kann durch einen sehr starken Druck erzeugt worden sein, welchem einzelne, etwas hohl liegende Geschiebe dadurch ausgesetzt waren, dass mächtige Ablagerungen von Steintrümmern über ihnen erfolgten.

2) In manchen stark, unter 20° bis 70° geneigten Nagelfluhe-Bänken (Canton St. Gallen und Appenzell), aber selbst auch in fast horizontal liegenden (Canton Zürich und andere Gegenden) findet man öfters die Mehrzahl der Geschiebe jeder Art (Kalksteine, Sandsteine, weisse Quarze, verschiedene Gneis- und Granitabänderungen) an einer oder an mehreren Stellen, mehr oder weniger tief gekerbt, die Kerben selbst wieder gestreift, gar oft spiegelglänzend und ganz ähnlich den sogenannten Spiegeln oder Harnischen der Bergleute. In derselben Nagelfluhe sind auch manche Geschiebe auf allerlei Weise zusammengedrückt, zerquetscht und zersplittert. Einzelne Geschiebe zeigen gangartige Verwerfung und mitunter zerquetschte Stellen, auf welche genau die Oberflächen der anstossenden Geschiebe passen. An den nicht verletzten Stellen haben sie ihre abgerundete Form erhalten; eben so an den Stellen, mit welchen sie auf andere Geschiebe quetschend gewirkt haben. Oft ist es der Fall, dass ein Geschiebe

*) Escher von der Linth: Analogien zwischen den jetzt statt findenden Geröll-Ablagerungen und der Nagelfluhe in den Verhandlungen der Schweitzer. naturf. Gesellschaft zu Winterthur 1846.

**) Escher von der Linth, a. a. O.

mit einer Stelle auf ein anderes quetschend eingewirkt, an einer anderen Stelle aber selbst von einem anliegenden Geschiebe eine Quetschung erlitten hat. Diese merkwürdige Erscheinung dürfte entstanden sein, als das Molassegebilde sammt den Alpen erhoben worden ist, und die Geschiebe der Nagelfluhe noch nicht fest mit einander verbunden waren. Unter solchen Verhältnissen konnten, bei der Beweglichkeit der Geschiebe, die beschriebenen Erscheinungen herbeigeführt worden sein. War eine Nagelfluhe-Ablagerung zur Zeit der Gebirgserhebung schon ganz erhärtet, wobei die Geschiebe nicht mehr verschoben werden konnten, so traten jene Erscheinungen nicht ein. Wir sehen sie daher auch nicht bei vielen stark aufgerichteten, sogar senkrecht stehenden Nagelfluhe-Bänken.

3) Die dritte Art von Veränderungen besteht darin, dass Kalkgeschiebe kleine Vertiefungen zeigen, die aussehen, wie wenn sie mit dem Hohlmeisel gemacht worden wären, in welche convexe Theile der anstossenden kalkigen oder kieseligen Geschiebe genau hineinpassen. Gewöhnlich kommt der Fall vor, dass ein Geschiebe mehrere solche Vertiefungen hat, und mit mehreren Stellen seiner convexen Oberfläche in den Vertiefungen eines anderen Geschiebes eingepasst steckt. LORTET hat diese Erscheinung, wie er sie an der Nagelfluhe von *St. Saphorin* unfern Lausanne wahrnahm, 1836 zuerst beschrieben *), HIRZEL-ESCHER aber sie schon viel früher an der Nagelfluhe der Gegend von *Männedorf* beobachtet. Sie wurde seither an sehr vielen Stellen der Schweitz, auch im südlichen Frankreich und im *Högau*, im Norden des Bodensee-Beckens, aufgefunden. Man sieht hiebei keine Spuren von mechanischer Einwirkung. Die Entstehung dieser Aushöhlungen ist räthselhaft. Man bemerkt sie vorzugsweise bei bindemittelarmen Nagelfluhe-Arten, am häufigsten und ausgezeichnetsten an Geschieben solcher Nagelfluhe, in welcher jene durch kein Cement von einander getrennt sind. Gestreifte und mit Spiegelflächen versehene Geschiebe kommen ebenfalls in dieser Nagelfluhe-Art vor, so wie auch Geschiebe mit Aushöhlungen in der unter 2 beschriebenen Modification gesehen werden.

Es ist längst bekannt, dass das Molasse-Gebirge viele und zum Theil ausgedehnte *Süsswasserbildungen* enthält, die öfters ganz in Meeresbildungen eingeschlossen sind, an vielen Stellen aber auch auf bedeutende Strecken *unter* jenen fortliegen **). Die neueren fortgesetzten Untersuchungen, insbesondere die Arbeiten von ARNOLD ESCHER VON DER LINTH haben dargelegt, wie in der östlichen Schweitz die Süsswasser- und die Meeres-

*) Jahrbuch für Mineralogie 1836. S. 196.

**) STUDER, Monographie der Molasse, S. 400 ff.

bildungen als Glieder des grossen Molasse-Gebirges von einander getrennt auftreten, und wie man hiernach dasselbe als aus drei Gliedern bestehend betrachten kann, aus einer *unteren* und einer *oberen Süsswasser-Molasse* und *Nagelfluhe*, zwischen welchen eine beträchtliche Ablagerung von *Meeres-Molasse* liegt.

Nach Escher's *) Mittheilungen, die wir mit seinen eigenen Worten geben wollen, scheint beim Beginne der Molasse-Ablagerung die jetzige äussere Schweitz bereits die Gestalt eines grossen zwischen den Alpen und dem Jura gelegenen Thales gehabt zu haben. Einerseits nämlich wird die damalige Existenz von Erhöhungen und Vertiefungen des Bodens in der Gegend des Jura dadurch bewiesen, dass die Molasse sich im Grunde der Längenthäler dieses Gebirges, wie auf dem Boden eines Gefässes abgesetzt befindet. Anderseits ist das damalige Vorhandensein eines Gebirgswalles ungefähr an der Stelle der jetzigen Alpen im höchsten Grade wahrscheinlich, da die Molasse, die längs der jetzigen Kalkberge der Alpen mehrere tausend Fuss mächtig ist, die Kalkgrenze nirgends überschreitet und im Innern des Gebirges ganz fehlt.

„Dieses grosse Thal nun scheint vom Beginne der Molasseperiode an lange Zeit hindurch theils aus Festland bestanden zu haben, theils von *süssen* Gewässern bedeckt gewesen zu sein, durch welche abwechselnd Schichten von meist röthlichen und bunten Mergeln, Sandsteinen, Nagelfluhe, hie und da auch von Kalksteinen abgesetzt wurden, zwischen denen sich an manchen Orten in Steinkohlen umgewandelte Pflanzenmassen befinden. Diese Gebilde **), die bis nach Marseille sich zu erstrecken scheinen, sind stellenweise 800 Fuss mächtig, da das Bohrloch von Eglisau, das ungefähr 50 Fuss unter seiner oberen Grenze angesetzt wurde, bei höchst wahrscheinlich fast wagerechter Lage der Schichten 750 Fuss tief hinab getrieben

*) A. Escher v. d. Linth, Bemerkungen über das Molasse-Gebilde der östlichen Schweitz, in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft zu Zürich. Nr. 7. Mai 1847.

**) Necker de Saussure (Etudes géologiques dans les Alpes) unterscheidet bei Genf und im Canton Waadt neben dieser untern Süsswassermolasse noch die *Molasse rouge*, welche nach seinen Angaben die erstere in ungleichförmiger Lagerung unterteuft.

wurde, bevor die dortige Unterlage der Molasse, der Jurakalk, erreicht wurde.

„Auf das Dasein von *Festland* und *süssen* Gewässern und auf die Abwesenheit von salzigem Meerwasser während dieser Zeit deutet die Natur der in den genannten Gesteinen eingeschlossenen organischen Ueberreste. Ueberall nämlich, wo die tiefsten Molasseschichten durch natürliche und künstliche Einschnitte blos gelegt wurden, wie am Salève, an der Aare unterhalb Bern, bei Baden, Eglisau, Schaffhausen, südlich von St. Gallen u. s. f., fanden sich nur Reste von Süsswasser- und Landbewohnern, als von Unio, Planorbis, Paludina, Melania, Lymneus, Helix, Blätter von chamaeropsartigen Palmen, Ceanotus u. s. f.; auch das Rhinocerosskelett, bei Buchberg am Rhein gefunden, scheint ebenfalls aus diesen tiefsten Lagen der Molasse herzustammen.

„*Ueber* dieser *untern Süsswasser-Molasse* liegt dann, an manchen Stellen nicht scharf davon geschieden, ein zweites Gebilde, in welchem, ganz im Gegensatze mit dem ersten, nur Ueberreste von *Meerbewohnern* enthalten sind, und das sich daher als *Meeres*-Erzeugniss darstellt *).

„Dieses Gebilde ist nach Studer's Beobachtungen in der Gegend von Bern über tausend Fuss mächtig, und besitzt, wie in der südwestlichen Schweitz, eine grosse Ausdehnung. In der östlichen Schweitz zeigt dasselbe kaum einige hundert Fuss Dicke, und ist, nach den gegenwärtig vorhandenen Beobachtungen zu urtheilen, nur in zwei Streifen entblöst.

„Der nordwestliche Streifen zieht sich aus der Gegend von Entfelden längs der Lägern durch den Fuss des Irchel nach dem Kohlfirst hin. Die Schichten liegen hier, mit Ausnahme der Umgebung der Lägern, ungefähr wagerecht, und sind daher in einer Breite von 2—4 Stunden an den Thaleinschnitten sichtbar; die unteren derselben bestehen meist aus bläulichen

*) H. Rod. Blanchet (Environs de Vevey) scheint anzunehmen, dass die Meeresgebilde an die des süssen Wassers angrenzen und sich gegen sie verhalten, wie die Ablagerungen der jetzigen Meere zu den Delta's. In der östlichen Schweitz setzt aber die untere Süsswassermolasse in sehr grosser Mächtigkeit, ohne irgend welche Beimischung von Meeresprodukten, *unter* der Meeresmolasse durch, wie es nach Necker auch in den Cantonen Genf und Waadt der Fall ist.

Sandsteinen, in denen sparsame Ueberreste von Meerthieren und von Landpflanzen enthalten sind. Die gewöhnlich wellige Oberfläche der Sandsteinplatten gleicht oft ganz derjenigen des sandigen und schlammigen, von den Wellen regelmässig gefurchten Bodens unserer See'n. Die oberen Bänke bestehen an manchen Orten, z. B. bei Lenzburg, Otmarsingen, Würenlos, aus einem festen Conglomerat von ganzen und zertrümmerten Muschelschalen, das seit alten Zeiten *Muschelsandstein* heisst und sich überall als treffliches Baumaterial bewährt. Zu dieser *Meeresmolasse* gehört auch der bei Wildisbuch am Kohlfirst vorkommende, zur Glasbereitung dienliche Quarzsand, in welchem sich, wie in der Gegend eines Meeresstrandes, häufig mehr oder minder durch Rollen abgeschliffene Zähne von Haifischen, Austerschalen, Bruchstücke verkieselten Holzes und Knochen von Landthieren finden.

„Der zweite südöstliche Streifen ist zwischen der Reuss und dem Rothsee bei Luzern, bei Wollrau und Freienbach, und von Herisau bis nach Rorschach aufgefunden worden. Auf dieser ganzen Linie fallen die Schichten ungefähr mit 30 bis 40 Grad Neigung gegen NW. ein, und das einige hundert Fuss mächtige Gebilde ist eben wegen dieser Einsenkung und weil es in NW. fast durchweg von jüngern Gesteinmassen bedeckt wird, gewöhnlich nur in geringer Breite sichtbar. Seine untern Schichten bestehen ebenfalls, wenigstens bei Wolrau und Rorschach aus blaulichem, dünnschichtigem Sandstein, der sich leicht zu trefflichen Bauplatten verarbeiten lässt, da er etwas fester ist als derjenige in der nordwestlichen Zone. Auch hier ist die Oberfläche der Platten häufig sehr deutlich wellig und mit Pflanzentrümmern bedeckt; bei Bäch kommen auch nesterweise zahlreiche Steinkerne von Cardium, Pecten, Venus u. s. f. vor. Am Rothsee bei Luzern hat Mousson in mergeligen Schichten ebenfalls viele Schalen von Meerconchylien aufgefunden, und die Gegend von St. Gallen, wo Sandsteinplatten, mit denen von Wolrau verwandt, auch nicht fehlen, ist schon längst bekannt durch ihren Reichthum an ähnlichen Versteinerungen. In etwas höherem Niveau folgt am Rorschacherberge, nach Deike's Beobachtungen wahrscheinlich auch bei St. Gallen, ein Muschelsandstein mit den nämlichen mineralogischen Kennzeichen, die er bei Lenzburg u. s. w. hat.

„Diese zwei beschriebenen Streifen mariner Gesteine hängen sehr wahrscheinlich in der Tiefe unter der Erdoberfläche durch unmittelbar zusammen; ihre Verbindung lässt sich aber in der östlichen Schweitz nirgends nachweisen, weil der Raum zwischen beiden von den höchsten Höhen bis unter die Sohle der Thäler hinab mit den Gesteinen der obersten, dritten Abtheilung der Molasse erfüllt ist.

„Diese hat, wie die unterste, vollständig den Charakter eines *Süsswassergebildes*, und ihre Schichten liegen in dem bezeichneten Raume, im Grossen betrachtet, wagerecht. Nirgends ist in ihr auch nur die geringste Spur einer Meerpflanze oder eines Meerthieres entdeckt worden. Dagegen findet sich in allen untersuchten Profilen der Berggehänge eine grössere oder kleinere Anzahl von Schichten, erfüllt mit Resten von Land- und Süsswasserbewohnern; so sind an dem ungefähr 800 Fuss hohen Absturz des Albisrückens bei Leimbach (der Faletsche) wohl 10—12 ungefähr in gleichen Abständen auf die ganze Höhe vertheilte Schichten schwarz gefärbt durch die grosse Menge der in ihr begrabenen Schnecken, unter denen die Gattung *Helix* weit vorherrscht; ausserdem finden sich an diesem Abrisse wenigstens zwei Lagen von *Süsswasserkalk* und eben so viele von *Pechkohle*, deren kenntliche Pflanzenreste sämmtlich den Typus von Land- und Süsswasserpflanzen haben. An dem 1600 Fuss hohen Abriss des Hörnlirückens nach Bauma in's Tössthal hinab sind Land- und Süsswasserschnecken wenigstens aus acht Lagen bekannt, von denen zwei im obersten Theile des Profils, einige in der Mitte und einige im untersten Drittel liegen. Am Irchel finden sich über der Meeresmolasse zwei, einige hundert Fuss senkrechter Höhe von einander abstehende Bänke von Süsswasserkalk, von denen der untere sich gegen Embrach erstreckt, wahrscheinlich identisch ist mit dem in der Gegend von Winterthur durch Büchi nachgewiesenen, und an vielen Stellen fast nur aus Planorbis-, Lymneus- und Melaniaschalen besteht. Bei St. Gallen hat Prof. Deike, wie in der Unterlage, so auch im Dache der Meeresmolasse ebenfalls Schalen von Land- und Süsswassermuscheln gefunden, und so liessen sich noch viele ähnliche Beispiele anführen.

„Ausser diesen von den Petrefakten hergenommenen Charakteren unterscheiden sich noch sämmtliche Mergel der obern

Süsswasser-Molasse von den graulichen der Meeresmolasse durch ihre bunte, meist gelb und röthliche, bald fleckige bald flammige Färbung, in welchen sie, wie in ihrer übrigen Beschaffenheit, so sehr den Mergeln der untern Süsswasser-Molasse gleichen, dass kein sicheres petrographisches Unterscheidungszeichen anzugeben ist.

„Die Entstehung der *obern Süsswasser-Molasse* zum Theil aus *fliessenden* Gewässern ist sehr deutlich ausgeprägt in der Lagerungsweise der Gesteine, von denen die Nagelfluhe, in der Gegend des Hörnli in 5—40 Fuss starken Bänken, mit den Mergeln und Sandsteinen von oben bis unten wechsellagernd, wohl die Hälfte des 1600 Fuss hohen Profils einnimmt. Es erinnert nämlich das häufige Verlaufen dieser Gesteine in einander, das Abgeschnittensein von Mergelschichten durch Nagelfluhbänke, oft verbunden mit ungleichförmiger Auflagerung und zahlreiche ähnliche Erscheinungen so auffallend an die Unregelmässigkeiten, welche man bei den Geschieb- und Sandablagerungen der jetzigen Ströme bemerkt, dass man nicht umhin kann, auch die unregelmässige Ablagerungsweise der Molassegesteine von ähnlichen Ursachen abzuleiten; damit soll übrigens der Antheil stehender Gewässer an der Bildung dieser obern Molasse durchaus nicht ausgeschlossen sein, um so weniger als namentlich das Beisammensein von jungen und ausgewachsenen Conchylien in den Petrefakten führenden Schichten unwiderleglich für deren Dasein zeugt.

„Was die Molasse betrifft, die sich zwischen dem alpinen Kalkgebirge und einer von Luzern nach dem Kiemen, hohen Rhonen, Kaltbrunn und Trogen gezogenen Linie befindet, und die in der Nähe dieser senkrecht steht, gegen das Kalkgebirge hin aber südöstlich fällt, so ist es noch nicht gelungen, ihr Altersverhältniss zu den drei angeführten Abtheilungen mit Sicherheit zu bestimmen. In diesem ganzen Gebiete ist nämlich noch keine Meerpetrefakten enthaltende Schichtmasse bekannt, die als Grenzzeichen zwischen der untern und der obern Süsswasser-Ablagerung dienen könnte (alle organischen Reste, die in diesen Gegenden aufgefunden wurden, gehören Land- und Süsswasser-Bewohnern an: Rufiberg, hohe Rhonen, Utznach, Rufi in Gaster, Gais, Gegend von Eichberg nach Pfarrer Rehsteiner, Wäggis nach v. Liebenau, Winkel bei Luzern nach Prof. Mousson). Ferner sind zwischen den bei-

den Süsswasser-Abtheilungen noch keine paläontologischen Unterschiede bekannt, so dass auch von dieser Seite her gegenwärtig das Alter der steil eingesenkten Molasse nicht bestimmt werden kann. Im Allgemeinen nämlich haben die Petrefakten der obern wie der untern Abtheilung ein und dasselbe für ein warmes Klima sprechende Gepräge, wie die Palmenreste beweisen, die bis in die höhern Schichten der obern Süsswasser-Molasse hinauf reichen; aus letztern besitzt unser Museum sogar ein Stammstück einer Cycadee von Stein am Rhein. Das gemeinsame Vorkommen von Taxodium mit bambusartigen, platt gedrückten, 3—4 Zoll breiten Röhren in der Mergelunterlage der Nagelfluh des Rufibergs, ähnlich einem bedeutend grössern, von Prof. Mousson in einer Sandsteinplatte von Bäch entdeckten Rohre lässt auch erwarten, dass man am hohen Rhonen ausser den von daher bekannten Taxodium, Salix u. s. f. in Zukunft noch Pflanzen von südlicherem Gepräge finden werde. Aehnlich wie mit dem Typus der Pflanzen verhält es sich mit demjenigen der Land- und Süsswasser-Conchylien nach den Untersuchungen v. Charpentier und Mousson, eben so mit dem der Säugethiere nach den Bestimmungen von Herm. v. Meyer. Ueberdies ist es bis jetzt nicht gelungen, *specifische* Unterschiede zwischen den Petrefakten der *untern* und der *obern Süsswasser-Molasse* aufzufinden, wohl hauptsächlich, weil die meisten derselben, namentlich die am allgemeinsten verbreiteten Conchylien (Helix, Planorbis, Lymneus, Melania) gewöhnlich nur unvollständig erhalten und daher auch noch nie mit erschöpfender Genauigkeit untersucht worden sind.

„Bei dem Versuche, die senkrecht stehende und südlich fallende Molasse mit den zwei Stockwerken der Süsswasser-Molasse zu parallelisiren, entbehrt man demnach gegenwärtig einer sichern Grundlage, es mag also genügen, anzugeben, dass wahrscheinlich der grösste Theil der senkrecht stehenden und der an diese grenzenden steil eingesenkten Schichten, welche die Mitte der zusammengeschobenen und vielfach zerrütteten Molasse einnehmen, der untern Süsswasserstufe, die zunächst an der Grenze des alpinen Kalkgebirgs befindliche Nagelfluhe aber vielleicht zur obern Süsswasserstufe gehört.

„Bekanntlich ist das Vorkommen sehr zahlreicher Geschiebe von mannigfaltigen, den Alpen fremden krystallinischen Ge-

steinen in der Nagelfluhe eine der Hauptschwierigkeiten, die sich den Versuchen zur Aufklärung der Bildungsprocesse der Molasseformation entgegenstellen. Gleichen auch viele dieser Geschiebe den krystallinischen Gesteinen des Schwarzwaldes, so stimmen doch andere nicht mit ihnen überein; auch spricht die Verbreitungsweise der Nagelfluhe nicht für Abstammung der Geschiebe aus dem Norden, indem nördlich einer von Sursee nach Frauenfeld, und von da nach Rheineck geführten Linie Nagelfluhe fast nur als oberste Decke aller übrigen Molasseschichten auftritt, und in den tiefern Lagen nur in sehr unbedeutendem Maasse vorkommt (im 750 Fuss tiefen Bohrloch von Eglisau wurde keine einzige Nagelfluhschicht angetroffen; im 524 Fuss tiefen bei Klupf im Wehnthal nur Eine in der Tiefe zwischen 100 und 125 Fuss). Professor Studer hat daher die Vermuthung geäussert, dass ein Saum krystallinischer Gesteine während der Molasseperiode an der Nordseite des damaligen Alpengebirgs vorhanden gewesen sei, und dass die genannten Geschiebe von demselben stammen, eine Hypothese, für welche ausser dem Vorkommen ähnlicher Gesteine am Südabhange der jetzigen Alpen die Beschaffenheit des grössten Theils der steil und senkrecht aufgerichteten Molassesandsteine spricht; indem dieselben aus durch Kalkcement zusammengehaltenem Granit- und Porphyrgrus bestehen, dessen Feldspathkörnchen, wie die der meisten fremden Geschiebe, häufig röthlich sind, während der Feldspath der alpinen Gesteine gewöhnlich weiss ist. Wo diese Schichten grössere Gerölle enthalten und durch Häufigkeit derselben zu Nagelfluhe werden, sieht man beinahe immer nur solche fremde Geschiebe ohne Beimengung von Kalksteinen (Zugersee, Bollingen am Zürichsee).

„Es mögen hier noch einige Angaben über die Verbreitung der Nagelfluhe folgen.

„In der östlichen Schweitz tritt die Nagelfluhe in der aufgerichteten Molasse hauptsächlich in drei Zonen auf:

„a) Längs der nördlichsten Kalkkette als bald mehrere tausend Fuss hohe, bald zu geringer Mächtigkeit zusammensinkende, durchweg gegen S.O. eingesenkte Masse. Die dem Kalkgebirge zunächst liegenden Schichten bestehen vom Rigi bis zum Speer an den entblössten Stellen überall aus Kalkstein- und Sandstein-Geschieben, von denen eine sehr grosse Zahl

mit den der Kreide- und spätern Juraperiode angehörigen alpinen Gesteinen völlig übereinstimmt, andere aber doch so verschieden sind, dass man über ihren Ursprung im Zweifel bleibt; die Sandsteine, welche gewöhnlich nur in sehr untergeordnetem Maasse diese Nagelfluhe begleiten und mit ihr abwechseln, bestehen ebenfalls vorwaltend aus kleinen Kalksteinkörnchen. Erst in den tiefern Schichten finden sich dann auch Geschiebe der den Alpen fremden krystallinischen Gesteine ein.

„Beim Weissbad (Canton Appenzell) dagegen enthalten schon die an's Kalkgebirge angrenzenden Nagelfluhschichten einige Procent Gneis, Granit, Porphyr und rothe Kieselgeschiebe; es ist aber wohl möglich, dass die Repräsentanten der Kalknagelfluhe des Speers u. s. f. hier in der Tiefe des Erdbodens begraben sind.

„b) In einer Entfernung von 1½ bis 3 Stunden von der Kalkgrenze treten in der senkrecht stehenden Molasse, gewöhnlich mit starken Lagen granitischer Sandsteine und intensiv rother Mergel (Molasse rouge von Necker) abwechselnd, oft auch in solche verlaufend, zahlreiche Nagelfluhschichten auf, von denen manche fast nur Geschiebe fremder krystallinischer Gesteine enthalten. Ein solcher an Nagelfluhe reicher Streifen begleitet die Kohle bei Rufi im Gaster, und setzt, ostwärts bis 1 Stunde breit werdend, über Cappel im Toggenburg und Urnäschen nach dem Gäberis fort. Ein anderer, der bei Luzern die Breite zwischen dem Meggenhorn und dem Dietschenberg einnimmt, erstreckt sich ostwärts, an Nagelfluhe immer ärmer werdend, über den Kiemen und Zugerberg an den Nordabfall des hohen Rhonen hin; östlich von Utznach scheint sich die Nagelfluhe ganz zu verlieren, so dass im Toggenburg zwischen Cappel und Wattwyl nur Mergel und Sandsteine sichtbar sind.

„c) Sehr mächtige, ebenfalls mit Sandsteinen und Mergeln wechselnde Massen von Nagelfluhe finden sich ferner in der gegen Nord geneigten Molasse nördlich einer von Rapperschweil nach Rheineck gezogenen Linie; sie gehören bei St. Gallen zum Theil der untern Süsswasser-, zum Theil der Meeresmolasse an, finden sich dagegen in der obern Süsswassermolasse (nördlich vom Längenthal, in dem St. Gallen liegt) nicht mehr. Gegen West hin aber tritt Nagelfluhe gerade

in der obern Süsswassermolasse ungemein mächtig auf, verflacht sich mit ihr nordwärts bis zur wagerechten Lagerung, und erstreckt sich zwischen dem untern Toggenburg und Meilen am Zürichsee bis jenseits Elgg in der Weise, dass sie nord-, ost- und westwärts immer mehr von Sandsteinen und Mergeln verdrängt wird. So ist z. B. die Nagelfluhe, während sie mehr als die Hälfte des 1600 Fuss hohen Hörnliabsturzes einnimmt, nahe nördlich von Elgg fast ganz verschwunden, ebenso östlich vom untern Toggenburg und vom Murgthal; in der Gegend von Kyburg und vom Pfannenstiel herrscht sie nur noch in den obern Lagen, und am Albis kommt sie nur in zwei nicht mächtigen Schichten vor, deren eine sich am Fusse des Berges, die andere auf der Höhe befindet.

„Zwischen dieser gewaltigen Nagelfluhmasse des östlichen Theils des Cantons Zürich und der fast ebenso grossen, aber nicht so weit nordwärts vorspringenden, des Napfs im Canton Bern (Studer, Monographie der Molasse), besteht die Molasse dagegen fast nur aus Sandsteinen und Mergeln, und zwar scheinen diese, trotz ihrer an 2000 Fuss betragenden Mächtigkeit, gleich wie die Nagelfluhe, in nur wenig tiefen Gewässern abgelagert worden zu sein, da, wie schon früher erwähnt, in den verschiedensten Höhen Schichten voll Sumpf- und Landconchylien vorkommen, die sich offenbar an ihrem ursprünglichen Wohnorte befinden. Hieraus scheint hervorzugehen, dass der Boden während der Bildungszeit der obern Süsswassermolasse einem stetigen Sinken unterworfen war; ob das nördliche Vorspringen der Nagelfluhe c, (welche vielleicht zur Zeit ihrer Bildung unmittelbar mit dem Saume derjenigen von a, längs der Kalkgrenze zusammen hing) bis Elgg auf eine in der damaligen Periode von der Umgegend Weesens ausgehende nordwestlich gerichtete Strömung hindeute, mag einstweilen dahin gestellt bleiben.

„In Beziehung auf die Geschiebsnatur der Nagelfluhe c, ist zu bemerken, dass in ihr fast überall sowohl alpine Kalk- und Sandsteine der Kreide- und obern Juragebilde, als auch fremdartige krystallinische Gesteine, die letztern jedoch nur untergeordnet auftreten, alpine krystallinische Felsarten habe ich hier so wenig als in zwei erstgenannten Zonen mit Bestimmtheit erkennen können, auch keine Sernfconglomerate und keine der von Studer Zwischenbildungen genannten Fels-

arten. Nebst röthlichem Quarzsandstein von ungewissem Stammorte (er stimmt nämlich weder mit den alpinen rothen Conglomeraten, noch mit den mir bekannten Abänderungen des Schwarzwaldsandsteins völlig überein), finden sich in der Nagelfluhe c, nicht ganz selten auch Geschiebe flachmuscheligen gelben Kalksteins, welcher dem gelben oberen Jurakalksteine sehr gleicht; auch in der Nagelfluhe a, finden sich am Speer einzelne solcher Kalkgeschiebe. Studer führt ähnliche bei Guggisberg und Thun an, und ist sehr geneigt, sie wirklich als Herkömmlinge vom Jura zu betrachten. Obwohl nun das Vorkommen von Echinusstacheln und anderer zertrümmerter Petrefakten des Jura in der Meeresmolasse bei Trüllikon am Kohlfirst sehr zu Gunsten dieser Ansicht spricht, so möchte es doch gerathen sein, das Urtheil über die Abstammung der angeführten weit südlicher liegenden Gerölle aufzuschieben, da der Seewerkalk (alpiner Repräsentant der weissen Kreide) dem Jurakalk oft sehr gleicht, und zudem viele Geschiebe der Nagelfluhe etwelche Aenderung in der Farbe erlitten zu haben scheinen.

„Sehr viele Geschiebe der Nagelfluhe a, b, c, zeigen mehr oder minder deutliche Spuren der von Dr. Lortet, Prof. Blum und A. Escher beschriebenen Vertiefungen, Zerquetschungen und Rutschflächen (Leonhard, Jahrb. 1836, 41, 42, Verhandl. d. Schweitz. Naturf. Gesellschaft in Winterthur 1846), dagegen scheinen diese höchst merkwürdigen, grossentheils noch einer genügenden Erklärung entbehrenden Erscheinungen zu fehlen, in einer vierten Masse von Nagelfluhe *), welche sich in der östlichen Schweitz als das jüngste Glied der Molasse darstellt.

„d) Diese Nagelfluhe unterscheidet sich von den ältern nebst dem Mangel der genannten Vertiefungen und Rutschflächen durch zahlreiche, zwischen den Geschieben leer gebliebene Zwischenräume, daher man sie gewöhnlich *löchrige* Nagelfluhe nennt; neben den vorherrschenden alpinen Sand- und Kalksteinen enthält sie auch einzelne Geschiebe der fremdartigen krystallinischen Gesteine; in der Nähe des Jura ist sie

*) In welchem Altersverhältniss diese Nagelfluhe zum Kalkschiefer von Oeningen steht, ist unbestimmt; um so mehr als die Nagelfluhe, welche oberhalb den Steinbrüchen am Wege nach Schienen ansteht und Bruchstücke der Nagelfluhe a, als Gerölle umschliesst, vielleicht eher den Fündlingsablagerungen als der Molasse angehört.

oft reich an Geröllen, die offenbar aus diesem Bergzuge herstammen, und steht nach den Beobachtungen von Prof. Mousson mit rein jurassischen Conglomeraten in Verbindung.

„Diese 40—100 Fuss mächtige Nagelfluhe bildet die wagerechte, 1820—1880 Fuss über dem Meer erhabene Oberfläche der festungartig aussehenden Berge südlich und nördlich vom Rhein in der Gegend von Eglisau, ferner das Plateau von Schneisingen; sie bedeckt auch in horizontaler Lage die in der Nähe der Lägern emporgehobenen Schichten der tiefern Molasse (Prof. Mousson, Geolog. Skizze von Baden im Aargau), wodurch ihr jüngeres Alter deutlich beurkundet wird. Ganz gleich ist ihr auch die Nagelfluhe der Kuppe des Uetlibergs (2900 Fuss über dem Meer) und die der Baarburg (ungefähr 2000 Fuss über dem Meer). Ob diese Nagelfluhe einst zwischen den angeführten Punkten eine zusammenhängende Lage gebildet habe, und ob die Niveaudifferenzen durch Verwerfungen, Hebungen und Senkungen des Bodens veranlasst worden seien, steht noch dahin. Ebenso ungewiss ist, ob ihre Gerölle, alpiner und zweifelhafter Herkunft, direkt vom ursprünglichen Stammorte an ihre jetzige Lagerstätte gelangt sind; doch lässt das gewöhnlich unbedeutende, selten Faustgrösse übersteigende Volumen derselben, die Vermengung alpiner Geschiebe mit solchen, die bestimmt aus dem Jura herzustammen scheinen, die Abwesenheit dieser Nagelfluhe im Ganzen den Alpen näher liegenden Molassegebiet, so wie in vielen der nördlichern Gegenden fast eher vermuthen, dass sie ein aus der Zerstörung älterer Nagelfluhemassen hervorgegangenes regenerirtes Gebilde sei, durch Wassermassen abgesetzt, die zum Theil sich von N. und N.W. her bewegten und Geschiebe des Jura mit herbeiführten. Einer solchen Annahme nicht ungünstig ist die nicht abzuweisende Thatsache von der Zerstörung ungeheurer Massen selbst der obern Süsswassermolasse, zu deren Veranschaulichung Folgendes genügen mag. Am Schauberg (südlich von Elgg), bei Sternenberg und am Hörnli findet sich bei horizontaler Lagerung der Schichten ungefähr 2930 Fuss über dem Meer ein Kalksteinlager, das an allen diesen drei Punkten ähnlich beschaffen ist, und also wohl ursprünglich Eine zusammenhängende Bank gebildet hat, und von Sternenberg bis jenseits des Hörnli sich wirklich unmittelbar verfolgen lässt. Am Schauberg und bei Sternenberg ist dasselbe bedeckt durch

eine etwa 40—80 Fuss hohe Nagelfluhe- und Mergelmasse; am Hörnli dagegen ruht noch 600 Fuss hoch Molassegestein auf ihm, und das Schnebelhorn, dessen Schichten ebenfalls horizontal liegen, erhebt sich sogar 900 Fuss über sein Niveau. Sieht man nun auch, um jeder Täuschung vorzubeugen, vom Schauberg und dem Schnebelhorn ab, so ist doch klar, dass die Schichten, welche die jetzt isolirte, nach allen Seiten steil abfallende Hörnlikuppe bilden, zur Zeit ihrer Ablagerung eine weit grössere Ausdehnung haben mussten als gegenwärtig, und dass demnach das Plateau des Hörnli im grössten Theil seiner ehemaligen Erstreckung durch Denudation eine Erniedrigung von wenigstens 500, vielleicht sogar von 900 Fuss erlitten haben muss.

„Eine bis 150 Fuss mächtige Nagelfluhemasse bildet auch die Oberfläche des Stammheimerbergs, des Kohlfirsts und des Irchels; wie diejenige von d, enthält sie zahlreiche, allem Anschein nach aus dem Jura stammende Geschiebe, auch sieht man an ihren Geröllen weder Rutschflächen noch Eindrücke von andern Geschieben; dagegen ist sie nicht löchrig, sondern die Zwischenräume der Gerölle sind wie bei a, b, und c, ganz ausgefüllt mit feinerm Grus, das hier meist nur locker verkittet ist; petrographisch steht sie also in der Mitte zwischen den ältern Nagelfluhemassen und der neuern; ob sie auch in Beziehung auf ihr Alter zwischen c, und d, zu stellen oder mit c, von gleichzeitiger Entstehung sei, ist noch nicht ausgemittelt.“

Die Meeres- und Süsswassermolasse und Nagelfluhe führen stellenweise eine grosse Anzahl von Petrefakten; allein diese sind bei weitem nicht so gut erhalten, als wie in vielen anderen Thon- und Sandsteinbildungen, und stehen an Frische den Petrefakten der subapenninischen Hügel weit nach. Es sind grossentheils Schalthiere. Die Schalen sind aber nur bei wenigen Gattungen, namentlich bei *Ostrea* und *Pecten*, unverändert geblieben, und auch bei diesen sitzt die Steinmasse gewöhnlich so fest an den inneren Theilen, dass man selten freie Exemplare erhält. Viele sind Steinkerne, mit allen Formen der äusseren Theile der Muscheln. Ein weisslicher, mehliger Anflug, besonders in der Gegend des Schlosses der Bivalven und in Vertiefungen, erscheint häufig als die letzte Spur der Schalen. Man hat bis jetzt in der Molassebildung nachstehende organische Reste gefunden:

Plantae (Pflanzen).

Plantae cellulares (Zell-Pflanzen).

A. *Fungi.*

Sporotrichites heterospermus Göp.
Rhizomorphites geanthracis Göp.
Sphaeria spec. 4. Fries.

B. *Algae.*

Caulerpites filiformis St.
Cistoseirites dubius St.
(Cupressitae spec.?)

C. *Lichenes.*

Jungermannites Neesanus Göp.
" contortus Göp.
" acinaciformis Göp.
Muscites apiculatus Göp.
" confertus Göp.
" serratus Göp.
" dubius Göp.

Plantae vasculares (Gefäss-Pflanzen).

Monocotyledones.

A. *Cryptogamae.*

Equisetum? palustre Lin.
" ? limosum Lin.
Pecopteris Humboldtana Göp.
Isoetites Münsteri Göp.

B. *Phanerogamae.*

Arundo? phragmites Lin.
Caulinites nodosus Ung.
" ambiguus Ung.
Flabellaria raphifolia Ung.

Dicotyledones.

Ceratophyllum demersum L.
Pinites protolarix Göp.
" basalticus Göp.
" Werneranus Göp.
" succinifer Göp.
" Zenkeranus Göp.
" Thomasanus Göp.
Abietites obtusifolius Göp.
" Reichanus Göp.
" Wredanus Göp.
Cupressites Bockanus Göp.
" Linkanus Göp.
Taxodium distichum Rich.
Thuites Breynanus Göp.
" Klinsmannanus Göp.
" Kleinanus Göp.
" Rapoldanus Göp.
" Mengeanus Göp.
Taxites affinis Göp.
Ephredites Ichnanus Göp.
Carpinites dubius Göp.
Quercites Meyeranus Göp.
Populites succineus Göp.
Alnites succineus Göp.
Dermatophyllites stelligerus Göp.
" azaleoides Göp.
" latipes Göp.
" porosus Göp.
" kalunioides Göp.
" revolutus Göp.
" minutulus Göp.
" dentatus Göp.
" attenuatus Göp.
Berendtia primuloides Göp.
Sendelia Ratzeburgana Göp.
Enantioblastos viscoides Göp.
Carpantholithes Berendti Göp.
Enantiophyllum Sendeli Göp.
Juglandites Hagenanus Göp.
" Schweiggeri Göp.

Phytozoa (Pflanzenthiere).

Amorphozoa.

Spongia Lin. (Seeschwämme).

Spongilla lacustris Ebg.
" erinaceus Ebg.
" foraminosa Ebg.
Tethya aciculosa Ebg.
Amphidiscus Martiusi Ebg.
" armatus Ebg.
" rotula Ebg.
" clavatus Ebg.
Lithasteriscus radiatus Ebg.
" tuberculosus Ebg.
Spongolithis acicularis Ebg.
" Andreae Ebg.
" acus Ebg.
" anchora Ebg.
" aspera Ebg.
" clavus Ebg.
" fustis Ebg.

Spongolithis inflexa Ebg.
„ mesogongyla Ebg.
„ Neptunia Ebg.
„ uncinata Ebg.
„ verticillata Ebg.
„ apiculata Ebg.
„ aratrum Ebg.
„ fluviatilis Ebg.
Spongophyllium cribrum Ebg.

Polygastrica.

(Magenthierchen Ebg.)

(Infusorien, ein Theil der)

Lithobotrys Ebg. spec.
Lithocampe Ebg. spec.
Cornutella Ebg. spec.
Haliomma Ebg. spec.
Flustrella Ebg. spec.
Amphitetras Ebg. spec.
Amphipentas Ebg.
Dictyocha Ebg. spec.
Actiniscus Ebg. spec.
Mesocena Ebg. spec.
Pyxidicula Ebg. spec.
Mastogonia Ebg. spec.
Gallionella Ebg. spec.
Coscinodiscus Ebg. spec.
Actinocyclus Ebg. spec.
Odontiscus Ebg. spec.
Actinoptychus Ebg. spec.
Navicula Ebg. spec.
Pinnularia Ebg. spec.
Grammatophora Ebg. spec.
Surirella Ebg. spec.
Eupodiscus germanicus Ebg.
Ennotia Ebg. spec.
Fragilaria Ebg. spec.
Cocconema Ebg. spec.
Discoplea Ebg. spec.

Polypi L. (Polypen).

Polythalamien.

(Foraminiferen D'Orb. Rhizopoden Duj.)

Nodosaria laevis Ebg.
Textilaria Defr. spec.
Rosalina D'Orb. spec.
Planulina D'Orb. spec.
Rotalia Lmk. spec.
Spiriloculina D'Orb. spec.

Echinodermata.

Stelleridae.

Asterias arantiaca Stud.

Echinidae.

Ehinus dubius Ag.
Ehinometra margaritifera Ag.
Cidaris stemmacantha Ag.

Malacozoa (Weichthiere).

Acephala (Muschelthiere).

Pelecypoda (Beilfüsser).

Anomia costata Br.
„ margaritacea Poli.
Ostrea Bellovacina Lk.
„ edulis Lin.
„ undata Lk.
„ brevirostris Serr.
„ caudata Mii.
„ crispata Gf.
„ cristatula Serr.
„ Doublieri Mathn.
„ frondosa Serr.
„ incerta Serr.
„ lacerata Gf.
„ palliata Gf.
„ plicatilis Serr.
„ rugulosa Serr.
„ squarrosa Serr.
„ esculenta Serr.
„ callifera Lmk.
„ *longirostris* Lmk.
„ crassissima Lmk.
„ variabilis Serr.
„ angustata Serr.
„ *canaliculata* Serr.
„ circularis Serr.
„ convexa Serr.
„ crenatuliformis Serr.
„ cruciata Serr.
„ curvata Serr.
„ dilatata Serr.
„ dorsata Serr.
„ emarginata Mii.
„ excavata Serr.
„ grandis Serr.

Ostrea inaequalis SERR.
„ obliquata SERR.
„ arbicularis SERR.
„ planulata SERR.
„ scabrella SERR.
„ squamosa SERR.
„ vesicularoides SERR.
Plicatula Martini MATHN.
Spondylus rastellum LMK.
Hinnites Dubuissoni SOW.
„ Brussoni SERR.
„ Leufroyi SERR.
Pecten latissimus DFR.
„ multiradiatus LMK.
„ palmatus LMK.
„ opercularis LMK.
„ palymarphus BR.
„ *scabrellus* LMK.
„ varius LMK.
„ arcuatus DFR.
„ benedictus LMK.
„ Monspeliensis SERR.
„ pusioides SERR.
„ scabriusculus MATHN.
„ venustus GF.
„ adspersus LMK.
„ pusio LMK.
„ sulcatus LMK.
„ *Jacobaeus* LMK.
„ maximus LMK.
„ planisulcatus MATHN.
„ Galloprovincialis MATHN.
„ flabelliformis DEFR.
Pinna tetragona BROCC.
„ angusta SERR.
„ *nobilis* BROCC.
Mytilus Michelianus MATHN.
Dreissenia Brardi BR.
Modiola albicosta SERR.
„ semen SERR.
Arca Breislacki BAST.
„ pectinata BROCC.
„ *diluvii* LMK.
„ nodulosa MÜLL.
„ gigantea ZIET.
„ Schubleri ZIET.
„ didyma BROCC.
Unio Lavateri MII.
Unio splendeus GF.
Anodonta anatinoides KLEIN.
Astarte incrassata JONK.
Isocardia cor LMK.
Cardium anomalum MATHN.
„ serratum LMK.
„ tuberculatum LMK.
„ ringeus CHEMN.
Cyclas lacustris DRPD.
„ Oepfingenensis KLEIN.
Cyrena subarata BR.
Cyprina islandica LMK.
Venus Brocchii DESH.
„ rotundata BROCC.
„ plicata GM.
„ pullustra MATHN.
„ intermedia SERR.
Cytherea Chione LMK.
„ multilamella LMK.
„ Aphrodite SERR.
Mactra crassatella LMK.
„ stultorum LIN.
Lutraria piperata LMK.
„ coarctata SERR.
Pholadomya arcuata AG.
Panopaea Agassici VALENC.
„ *Faujasi* MEN.
Solen legumen LINN.
„ *vagina* LINN.
Pholas pusilla BROCC.
„ Lamarki MATHN.

Gasteropoda (Bauchfüsser).

Patella alta SERR.
„ conica COLLY.
„ scutellaris LMK.
„ umbella LMK.
Haliotis tuberculata L. GM.
„ Italica DFR.
„ Martinii MATHN.
Pileopsis Paretoi SERR.
Crepidula sandaliformis SERR.
Natica millepunctata LMK.
„ striata MATHN.
„ helicina? PHIL.
Nerita subcarinata MATHN.
„ Galloprovincialis MATHN.
„ sublaevis MATHN.

Nerita Plutonis Bast.
Neritina fluviatilis Lmk.
Tornatella alligata Desh.
Ringicula buccinea Desh.
Scalaria rugosa Mathn.
„ cancellata Dfr.
Turritella triplicata Stud.
„ terebralis Lmk.
„ Archimedis Brgn.
„ biplicata Br.
„ vermicularis Ris.
„ communis Phil.
„ replicata Serr.
„ corona Serr.
„ Doublieri Mathn.
„ lata Serr.
„ muricata Serr.
„ serrata Serr.
„ bicingulata Lmk.
„ fuscata Lmk.
„ marginalis Serr.
Turbo pisum Mathn.
„ tuberculatus Serr.
Trochus patulus Brocc.
„ crenulatus Brocc.
„ cingulatus Brocc.
„ granulatus Serr.
„ Martinanus Mathn.
Melania Escheri A. Brogn.
„ bulimoides Klein.
„ pyramidata Serr.
„ quadrilineata Sow.
„ ventricosa Serr.
„ turrita Klein.
Melanopsis deperdita Serr.
„ praerosa Desh.
Paludina vivipara Drap.
„ nobilis Klein.
„ achatina Lmk.
„ conica Prev.
„ Demaresti.
„ pusilla Bast.
„ pyramidalis Desh.
„ globulus Desh.
„ Brardi Serr.
„ Helvetica Dfr.
Litorinella acuta A. Braun.
Ampullaria Faujasi Serr.
Ampullaria minuta Serr.
Cerithium bicarinatum Lmk.
„ lemnisatum Brgn.
„ multisulcatum Brgn.
„ mutabile Lk.
„ papaveraceum Bast.
„ semigranulosum Lk.
„ sulcatum Brugn.
„ vulcanicum Brgn.
„ pictum Dfr.
„ scabrum Desh.
„ Mediterraneum Desh.
„ Basteroti Serr.
„ multigranulatum Serr.
„ prismaticum Serr.
„ turbinatum Serr.
Rostellaria brevis Serr.
Strombus pugilis Gm.
„ tuberculiferus.
Tritonium laevigatum Serr.
„ chlorostomum Lmk.
„ pileare Serr.
Murex anguliferus Lmk.
„ angulosus Brocc.
„ transversalis Serr.
„ Blainvillei Payr.
„ brevispina Lmk.
„ cornutus Lin.
„ crassispina Lmk.
„ motacilla Lmk.
„ tenuispina Lmk.
Fusus antiquus Flem.
„ mitriformis Risso.
Pyrula clava Dfr.
„ reticulata.
„ clathroides Serr.
„ transversalis Serr.
Pleurotoma turricula Dfr.
„ auricula Serr.
„ clathrata Serr.
„ Farinesi Serr.
„ muricata Serr.
„ spiralis Serr.
„ tornata Chicht.
Turbinella infundibulum Lmk.
Purpura undata Lmk.
„ bicostalis Lmk.
„ Martinii Mathn.

Cassis plicata DEFR.
Buccinum politum BAST.
„ Carcassonnei SERR.
„ eburnoides MATHN.
„ Martinanum MATHN.
„ olivaceum LMK.
Terebra subulata LMK.
„ fuscata BR.
„ pertusa BAST.
„ Vulcani BRGN.
„ Basteroti GRAT.
Voluta citharella BRGN.
Cypraea Brocchii DESH.
„ amygdalum BROCC.
„ Provincialis MATHN.
„ pirum L. GM.
Conus Martiaensis MATHN.
Bulla subumbilicata MATHN.
„ trunculata BRUGN.
Cyclostoma bisulcata ZIET.
„ glabra SCHÜBL.
„ Drapornaudi MATHN.
Planorbis subovatus DESH.
„ pseudo-ammonius VOLTZ.
„ complanatus BOIR.
„ contortus DRAP.
„ costatus KLEIN.
„ Kraussi KLEIN.
„ laevis KLEIN.
„ Massiliensis MATHN.
„ minutus SERR.
„ oxystoma KLEIN.
„ regularis SERR.
„ spirorbis MÜLL.
Lymneus pereger DRAP.
„ vulgaris PFEIFF.
„ gracilis ZIET.
„ subovata HARTM.
„ subulata.
„ Prinsepi SOW.
Auricula myotis SERR.
Pupa Nördlingensis KLEIN.
„ acuminata KLEIN.
Clausilia antiqua SCHÜBL.
„ grandis KLEIN.
Bulimus Aquensis MATHN.
„ Christolanus MATHN.
„ Galloprovincialis MATHN.
Helix sylvestrina ZIETEN.
„ Aquensis SERR.
„ Beaumonti MATHN.
„ depressa MARTENS.
„ Ehingenensis KLEIN.
„ Gaymardi MATHN.
„ Giengenensis KLEIN.
„ gyrorbis KLEIN.
„ inflexa MART.
„ insignis SCHÜBL.
„ Kleini KRAUSS.
„ Massiliensis MATHN.
„ Micheliana MATHN.
„ mucronata KLEIN.
„ orbicularis KLEIN.
„ pisum MATHN.
„ Steinheimensis KLEIN.
„ subangulosa BENZ.
„ torus MATHN.
„ albella GM.
Succinea putris J. BROWN.

Vermes (Würmer).

Serpula annulata SERR.

Crustacea (Krustenkerfe).

Balanus ornatus MÜLL.
„ miser LMK.
Cypris subglobosa SOW.
„ cylindrica SOW.
Homelys major MEY.
„ minor MEY.
Astacus fluviatilis LIN.
Pagurus Desmarestanus SERR.
Grapsus speciosus MEY.
Atelecyclus rugosus DESMAR.
Cancer Pauli - Würtembergensis MEY.
Portunus puber SERR.
Podophthalmus Defrancei DESMAR.

Spondylozoa (Wirbelthiere).

Pisces (Fische).

Sphaerodus lens AG.
„ depressus AG.
„ parvus AG.
„ irregularis AG.
Miliobates AG. spec.

Aetobatis arcuatus Ag.
Zygobates Studeri Ag.
Notidanus primigenius Ag.
Galeocerdo aduncus Ag.
„ minor Ag.
Hemipristis serra Ag.
„ paucideus Ag.
Carcharodon megalodon Ag.
„ polygyrus Ag.
„ Escheri Ag.
Oxyrhina hastalis Ag.
„ quadrans Ag.
„ Desorii Ag.
Lamna elegans Ag.
„ cuspidata Ag.
„ *denticulata* Ag.
„ *crassidens* Ag.
„ *contortidens* Ag.
„ dubia Ag.
Ischiodon Helveticus Ag.
Clupea gracilis Mey.
„ lanceolata Mey.
„ ventricosa Mey.
Rhombus Kirchberganus Mey.
Cyprinus priscus Mey.
Gobius multipinnatus Mey.
Smerdis minutus Ag.
„ formosus Ag.
Labrus Ibbetsoni Mey.

Reptilia (Lurche).

Batrachii.

Orthophyia longa Mey.
„ solida Mey.

Salamandrinae.

Andrias Scheuchzeri Tschudi.
Triton Noachicus Gf.
Salamandra ogygia Gf.

Ranini.

Palaeophrynos Gessneri Tschudi.
„ dissmilis Mey.
Pelophilus Agassizi Tschudi.
Latonia Seyfriedi Mey.

Ophidii.

Ophis dubius Gf.
Coluber arcuatus Mey.
Coluber Kargi Mey.
„ Oweni Mey.

Saurii.

Crocodilus biporcatus Cuv.
„ Blavieri Gray.
„ Mauyi. Gray.
„ plenideus Mey.
Orthosaurus spec. Geoffr.
Crocodilurus spec. Pomel.
Emysaurus spec. Pom.
Dracaenosaurus spec. Pom.

Chelonii.

Testudo antiqua Bronn.
„ gigantea Pom.
„ spec.
Emys Brongniarti Mey.
„ Cordieri Bourd.
„ Fleischeri Mey.
„ Gessneri Mey.
„ scutella Mey.
„ Wyttenbachi Bourd.
„ spec. Falc. Cautl.
„ spec. Clift.
Palaeochelys Bussenensis Mey.
„ Taunica Mey.
Clemmys Bravardi Fitz.
Chelydra Murchisoni Bell.
Trachyaspis Lardyi Mey.
„ spec. Mey.
Aspidonectes Aegyptiacus Geoffr.
Trionyx Amansi Gray.
„ Lockardi Gray.
„ Partschi Fitz.
„ Schlotheimi Fitz.
„ Clifti Fitz.
„ spec. Buckl.
„ spec. Falc. Cautl.

Aves (Vögel).

Grallae.

Phaenicopterus suber Gervais.
Fulica spec. Schloth.
Phasianus spec. Mey.

Mammalia (Säugethiere).

Cetacea.

Balaena molassica Jaeg.
„ spec. Owen.

Balaenoptera Cuvieri Criv.
" spec. Olf.
Rorqual spec. Beneden.
Cetotherium Cortesii Brandt.
" priscum Brandt.
" Rathkei Brandt.
Physeter molassicus Jaeg.
Hyperodon spec. Ow.
Arionius servatus Mey.
Ziphius cavirostris Cuv.
" planirostris Cuv.
Delphinus spec.
" Brocchii Criv.
" Calvertensis Harl.
" Cortesii Mey.
" Karsteni Olfers.
Halianassa Brocchii Mey.
" Cuvieri Mey.
" Studeri Mey.
Manatus spec.

Pachydermata.

Dinotherium Bavaricum Mey.
" minutum Mey.
" giganteum Mey.
Mastodon angustidens Cuv.
" Turicensis Schinz.
Elephas?
Calydonius tener Mey.
" trux Mey.
Dicotyles major Lund.
" spec. 4—5. Lund.
Choeropotamus Matritensis Esqu.
Hyotherium Meissneri Mey.
" sidero-molassicum Jaeg.
" medium Mey.
Anthracotherium Gergovianum Blv.
Listriodon splendens Mey.
Lophiodon anthracoides Blv.
" Buxovillanus.
" communis Blv.
" medius.
" Isselensis.
" Monspessulanus.
" Sibiricus? Fischer.
Tapirus Helveticus Mey.
" Arvernensis Croiz. Job.
Palaeotherium spec. Prout.
Palaeotherium Aurelianense Cuv.
" crassum Cuv.
" commune Blv.
" Schinzi Mey.
Anchitherium Esquerrai Mey.
Rhinoceros minutus Ow.
" incisivus Ow.
" tapirinus Pom.
" Goldfussi Kaup.
Microtherium *Renggeri* Mey.
" Cartieri Mey.
Tapirodon Gresslyi Mey.
Hippotherium gracile Kaup.

Ruminantia.

Antilope molassica? Jaeg.
Cervus lunatus Mey.
" molassicus Jaeg.
Palaeomeryx emineus Mey.
" Nicoleti Mey.
" minor Mey.
" Scheuchzeri Mey.
Orygotherium Escheri Mey.
Dremotherium nanum Geoffr.
Dorcatherium Guntianum Mey.

Edentata.

Dasypus spec. Brav.

Glires.

Lagomys Meyeri Tschudi.
" Oeningensis Mey.
" spec. 2. Brav.
Chalicomys Eseri Mey.
" Jaegeri Kaup.
" minutus Mey.
Omegadon spec. Pom.
Steneotherium spec. Geoffr.
Arvicola spec. Owen.
Mus spec. Falc. Cautl.
Echimys curvistriatus Laiz. Par.
Archaeomys Arvernensis Laiz. Par.
Theridomys spec. Jourd.
Issiodoromys spec. Croiz.

Marsupialia.

Didelphys spec. 2. Pom.

Carnivora.

Trichechus spec. Ow.

Cystophora proboscidea Nils.	Viverra primaeva Pom.
Otaria fossilis Kerferst.	„ spec. Pentl.
Pachyodon mirabilis Mey.	Lutra Valletoni Geoffr.
Machairodus brevidens Pom.	Trochictis carbonaria Mey.
Canis ferreo-jurassicus major Jaeg.	Galeotherium spec. Jaeg.
Galecynus palustris Ow.	Mustela plesictis Laiz. Par.
Aretocyon primaevus Mey.	Plesictis genettoides Pom.
Pterodon Requieni Gervais.	Talpa antiqua Blv.
Harpagodon maximus Mey.	„ brachychir Mey.
Hyaenodon brachyrhynchus Dujard.	Mygale Arvernensis Pom.
	Macroscelides spec. Pom.
„ leptorhynchus Laiz. Par.	Sorex giganteus Croiz.
	Erinaceus Arvernensis Blv.
Galeotherium spec. Wagn.	„ antiquus Blv.
Viverra antiqua Blv.	„ soricinoides Blv.

An derselben Felswand zeigen sich, nach Studer, oft mehrere Petrefakten-Lager über einander, abwechselnd mit oft beträchtlich dicken, petrefaktenleeren Lagern von Molasse. Die Petrefakten-Lager unterscheiden sich theils durch die Steinart, theils durch die verschiedene Art der Vertheilung der Petrefakten von einander; niemals aber durch die Verschiedenheit der Conchylien selbst. Es sind wohl in dem einen Lager z. B. *Panopäen*, in einem anderen *Austern* vorherrschend u. s. w., und man kann somit Panopäen- und Austernlager unterscheiden; allein die anderen Gattungen fehlen desswegen selten ganz, und die nämliche Art, welche in einem der obersten Lager vorherrschend war, zeigt sich oft wieder in bedeutender Menge in einem der tiefsten, während die Zwischenlager sie nur als Seltenheit, oder gar nicht enthalten. Die Austernlager befinden sich in der Regel immer in gleicher Höhe über den Panopäen-Lagern, und beinahe alle Conchylien, welche im Gebiete der Molasse gefunden werden, gehören Geschlechtern an, welche im Sand leben, oder an Klippen festsitzen und ihr Vorkommen beweist deutlich, dass sie an derselben Stelle gelebt und sich fortgepflanzt haben, an welcher wir sie begraben sehen. Die Petrefakten-Lager ziehen sich gleichförmig unter grossen Massen versteinerungsleerer Molasse durch, und ihr Anstehen in verschiedenem Niveau rührt einzig von der späteren Aufrichtung, Senkung und Zerspaltung der ursprünglich horizontalen, zusammenhängenden Schichten her.

Am Schönsten sieht man die Verhältnisse, unter welchen sich die Petrefakten in der Molasse finden, in der Schweitz,

und zwar vorzüglich auf dem rechten Aarufer, zwischen Thun und Bern, am *Lochenberg*, an der *Weinhalde*, oberhalb *Tägertschi* und beim *Tennli-Hof*; am linken Aarufer am *Belpberg* und *Längenberg*, und hier ist insbesondere der südwestliche Abhang des *Imihügels* bemerkenswerth. In der östlichen Schweitz sind die interessantesten Punkte am *Rother-See* bei Luzern, und *an der Sitter*, zu *Schachen*, im *Hagenbuch* und in der Steingrube am *Muschelberg* bei St. Gallen. Weiter östlich findet man die Petrefakten-Lager wiederum im *Bregenzer-Wald.*

Nach den Muschelthieren kommen am häufigsten *Fischreste* vor; *Zähne* von Haifischen, insbesondere von *Lamna*-Arten, findet man in der Meeresmolasse sehr häufig; schon weniger häufig Zähne von *Carcharodon*, *Hemipristis*, *Galeocerdo*, *Notidanus* *). Die Rochen-Geschlechter *Myliobates*, *Aetobatis*, *Zygobates* sind seltener.

In der neuesten Zeit ist eine interessante Lagerstätte von Fischresten durch Eser zu Ulm, in der Meeresmolasse zu *Unter-Kirchberg* an der *Iller*, 2 Stunden von *Ulm* aufgefunden worden. Es liegen dort in einem Thonlager die Reste von:

Clupea gracilis Mey.	Cyprinus priscus Mey.
„ lanceolata Mey.	Gobius multipinnatus Mey.
„ ventricosa Mey.	Smerdis formosus Mey.
Rhombus Kirchberganus Mey.	„ minutus Ag.

Clupea, *Rhombus*, *Gobius* sind Geschlechter, welche gegenwärtig im Meere leben. Das Geschlecht *Smerdis* ist erloschen. Der hier vorkommende *Cyprinus* ist der erste dieses Geschlechtes, der fossil gefunden worden ist, obgleich Fischreste aus der Familie der Cyprinoiden, welche Süsswasserfische sind, in den Tertiaerbildungen zahlreich vorkommen; er wurde desshalb *Cypr. priscus* genannt **). Im Gebiet der Schweitzerischen Molasse wurden seit langer Zeit die fossilen Reste fleissig gesammelt und in den öffentlichen Sammlungen von Bern, Zürich, Neuchatel, Basel, Solothurn, Aarau u. s. w.

*) In *Baden* macht sich die Meeresmolasse von Bodmann am Bodensee durch die darin zahlreich vorkommenden Fischzähne bemerklich. Man findet daselbst *Lamna denticulata*, *contortidens*; *Hemipristis serra*, *Galeocerdo aduncus*. Die Molasse von *Lörrach* zeichnet sich durch Vorkommen der Zähne von *Notidanus primigenius* aus.

**) Herm. v. Meyer, im Jahrb. für Min. 1848. S. 781.

niedergelegt. Auf die Reste der Wirbelthiere wurde man aber erst spät aufmerksam, und zuerst auf diejenigen, die aus den Braunkohlen-Ablagerungen der Süsswassermolasse zu *Kaepfnach* und *Elgg* ausgegraben wurden. Zur Zeit, als STUDER's vortreffliche Monographie der Molasse erschien (1825), waren dort einige *Mastodonten*-Zähne gefunden worden, von *Mast. angustidens* CUV. zu *Kaepfnach* und von *Mast. Turicensis* MEY. zu *Elgg*, und hier auch Zähne und andere Schädeltheile von *Rhinoceros incisivus* CUV. Das biberartige Thier, dessen schon BRONGNIART (Description géologique des environs de Paris 1822, p. 117) erwähnt, ist *Chalicomys Jaegeri* KAUP., dessen Reste nach den neueren Beobachtungen in auffallender Häufigkeit zu *Kaepfnach* vorkommen. Hier wurden auch Reste gefunden von: *Cervus lunatus* MEY., von *Palaeomeryx Scheuchzeri* MEY., von *Orygotherium Escheri* MEY., *Hyotherium medium* MEY., *Rhinoceros Schinzii* MEY. Süsswassermuscheln der Geschlechter *Planorbis*, *Lymneus*, *Melania*, *Helix* begleiten die Reste höherer Thierklassen *).

Die Pflanzenreste der Süsswassermolasse wurden in neuester Zeit besonders zahlreich in der Braunkohlen-Bildung von *Greit* am *Hohen Rhonen* im Canton Zug von O. HEER aufgefunden. Sie liegen nach ihm vorzüglich in einem sehr feinkörnigen, bläulich-grauen Mergel, der die Kohlenablagerung zunächst bedeckt. In der unter den Kohlen liegenden ähnlichen, aber grobkörnigen Mergellage, finden sich weniger Pflanzen und nicht so schön erhalten. O. HEER **) hat daselbst 58 Pflanzenarten zusammengebracht, meist Blätter, auch Früchte und selbst einige Blüthen. Blätter und Früchte zeichnen sich zum Theil durch wunderschöne Erhaltung aus, indem bei manchen selbst das feinste Blatt-Geäder erhalten ist. Die bis jetzt bekannten Pflanzen vertheilen sich auf 21 Familien und 33 Geschlechter. Ganz besonders zeichnen sich einige sehr schöne Farrnkräuter aus (*Aspidium*, *Polypodium*, *Pteris*), von denen

*) Vergleiche: HERM. v. MEYER, die fossilen Säugethiere, Reptilien und Vögel aus den Molasse-Gebilden der Schweitz, im Jahrbuch für Mineralogie 1839, und seine vielfachen späteren Mittheilungen in gleicher Beziehung in den folgenden Jahrgängen des Jahrbuchs.

**) Siehe: O. HEER, über die von ihm an der *Hohen Rhonen* entdeckten Pflanzen, im Jahrbuch für Mineralogie 1848 S. 309 ff.

eine Art, der *Pteris stenophylla* des *wärmeren America*, nahe verwandt scheint, während die anderen Arten den gegenwärtig bei uns lebenden nahe stehen. Es sind darunter weiter 3 Arten *Cypressen*, unter denen eine *Callitris* (*Callitris antiqua* HEER) zu den häufigsten Bäumen des Waldes gehörte; zwei *Taxodien*, welche mit den beiden zu *Oeningen* vorkommenden (siehe unten) übereinzustimmen scheinen; 3 Arten *Eichen*, von denen zwei den immergrünenden des *südlichen Europas* gleichen; 11 *Weiden*, wovon sich eine Art (*Salix macrophylla* HEER) durch ungemein grosse Blätter auszeichnet; 6 Arten *Ahorne*, und unter diesen auch *Acer trilobatum, A. tricuspidatum* AL. BRAUN; ein *Nussbaum*, wovon Blatt und Frucht erhalten sind; *Liquidambar, Vaccinium, Betula, Crataegus, Diospyros, Rhus* u. s. w. Von diesen gehören 24 Geschlechter offenbar unserer gegenwärtigen Flora jener Gegend an; die übrigen aber sind Gewächse der mehr *südlichen Zonen*, wie z. B. die *Cypressen*, der *Storaxbaum*, der *Ebenholzbaum* u. e. a.

Die regelmässige Vertheilung der Pflanzen zeigt an, dass sie nicht an diese Stelle angeschwemmt, sondern hier frei gewachsen sind. An einzelnen Stellen nämlich liegen vorherrschend die langen Blätter einer *Typha*; hier war also ein sumpfiges Wasser oder ein torfiger Bach. Dafür spricht auch der Umstand, dass wir ganze Steine mit *Carex-Blättern* erfüllt finden, zwischen welchen Süsswasser-Schnecken (*Planorbis* und *Cyclas*), stellenweise auch Ahornblätter und Früchte liegen, die in's Wasser gefallen sind; an anderen Stellen herrschen die *Cypressen* vor, wieder an anderen die Laubhölzer. Der Wald, der hier das Material des Kohlenflötzes geliefert hat, muss nach dem Vorkommen der vielen *Weiden* und der *Taxodien* auf einem sumpfigen Boden gestanden sein.

Die der *unteren Süsswassermolasse* angehörige Kohlenbildung von *Greit* zeigt in ihrer fossilen Flora die meiste Aehnlichkeit mit der *Oeninger* Flora. (Siehe unten.) Von der Kohlenbildung von *Kaepfnach* ist sie dadurch unterschieden, dass in dieser keine bestimmbaren Pflanzenreste vorkommen. Zu *Greit* müssen die Pflanzen sogleich in die Mergelmasse eingehüllt worden sein; sonst könnten bei den Blättern nicht selbst die zartesten Rippen sich erhalten haben. Es sind hier neben reifen Callitris-Früchten, wie sie im Frühling vom vorigen Jahr her an den Bäumen getroffen werden, auch junge neue

Früchte vorhanden. Von den Ahornfrüchten sind viele jung und unausgebildet. Aus diesen Verhältnissen lässt sich schliessen, dass die Katastrophe, welche den Wald verschüttet und die vielen Pflanzenreste in die Mergelschichten eingehüllt hat, am Ende des Frühlings oder mit dem Beginn des Sommers eingetreten seie.

Zu *Kaepfnach* scheint dagegen die Einhüllung der Pflanzenreste in den Mergel erst eingetreten zu sein, nachdem diese schon theilweise oder grösstentheils verfault waren. Hier liegt nach O. Heer auf dem grobkörnigen Molasse-Sandstein zunächst ein schwarzer Mergel; auf diesen folgt das Kohlenflötz, worauf stellenweise ein Stinkmergel ruht, worin *Lymneen*, *Planorben* und *Melanien* liegen; auf diesen folgt, wie zu *Greit* ein bläulich-grauer Mergel, und dieser ist endlich von einem Sandstein überlagert, der *Anodonten*, einige andere Süsswassermuscheln und auch die *Melania Escheri* A. Brongn. enthält. Da die Mergel, welche die Sohle und das Dach des Kohlenflötzes bilden, in grosser Menge Süsswassermuscheln einschliessen, so ist es wahrscheinlich, dass die Bäume, aus denen es entstanden ist, längere Zeit von einem süssen Wasser bedeckt waren, worin jene Schalthiere gelebt haben; dabei sind natürlich die weicheren zerstörbareren Gewebe der verschiedenen Gewächse zu Grunde gegangen. Daher findet man zu *Kaepfnach* in den blauen, über den Kohlen liegenden Mergeln, die ganz mit denen zu *Greit* übereinstimmen, keine Pflanzenblätter, obgleich diese darin ebenso vollkommen hätten erhalten bleiben können, als an jenem Ort. Desshalb findet man zu *Kaepfnach* von den Palmenstämmen, die in der Kohle liegen, nur die Gefässbündel, während alle weicheren Gewebe verschwunden sind. Diese Gefässbündel sieht man aber stellenweise in ganzen Haufen bei einander liegen. Sie sind als Palmenreste unter dem Namen *Fasciculites* bekannt. (Siehe: Bronn, Enummerator, Vegetabilia, pag. 35 und 64.)

In den kleinen Braunkohlenflötzen des *Schiener-Berges* am Untersee kam in früherer Zeit in der Gegend von *Wiesholz*, auf der Grenze zwischen Baden und dem Canton Schaffhausen, *Bernstein* vor. Stockar v. Neuforn erzählt (in seiner Dissertatio de Succino, praesertim de Succino Wiesholzensi), wie die

Landleute oftmals kleinere und grössere Bernsteinstücke beim Umpflügen des Feldes fanden.

In der Süsswassermolasse von *Oberbuchsiten* im Canton *Solothurn* kommt die kleinste Art des Genus *Microtherium* vor, welche *Micr. Cartieri* Mey. heisst. Zu *Egerkingen*, nahe bei vorigem Orte, wurde ein Pachyderm gefunden, der an *Dichobune leporina* und *Anoplotherium murinum* Cuv. erinnert, zwei Species *Palaeotherium* und Zähne vom *Lophiodon* und *Krokodil*.

In der Molassekohle von *Locle* im Canton *Neuchatel* wurden Reste von *Dinotherium giganteum* Kaup., im Sandstein von *Aarau* ein Unterkiefertheil von *Microtherium Renggeri* Mey., im Sandstein von *Bollingen* im Canton *St. Gallen* von *Palaeotherium Schinzii* Mey. gefunden. Im Gebiet der Schwäbischen Molasse wurden insbesondere bei *Günzburg*, zu *Baltringen* bei *Biberach* und in der Gegend von *Pfullendorf* zahlreiche Reste von Wirbelthieren gefunden. Bei Günzburg wurden namentlich gefunden: *Palaeotherium Aurelianense* Mey., *Dorcatherium Guntianum* Mey., *Lagomys Meyeri*, *Chalicomys Eseri* Mey., *Cervus lunatus*, *Palaeomeryx Scheuchzeri* und *Pal. minor* Mey., *Krokodil*- und *Schildkröten*-Reste, 3 Species *Trionyciden*, *Fischreste* aus der Familie der *Percoiden*, *Vogelreste*, *Schlangenreste*. Im Ganzen sind schon 14 Species Säugethiere, 17 Species Reptilien, 2 Species Vögel und 2 Species Fische, zusammen also 35 Arten Wirbelthiere in der Molasse von *Günzburg* aufgefunden worden *).

In der Molasse von *Baltringen* wurden Reste von *Cetaceen*, von *Hirschen*, vom *Lophiodon*, von *Reptilien*, von *Fischen* u. s. w. gefunden **). Bei *Pfullendorf* wurden in der Molasse von *Hausen am Andelsbach* bis jetzt Reste gefunden von:

Rhinoceros spec.	Sphaerodus depressus Ag.
Palaeomeryx Scheuchzeri Mey.	Oxyrhina hastalis Ag.
Hyotherium Meissneri Mey.	Galeocerdo aduncus Ag.
Cetaceen spec.	Hemipristis serra Ag.
Sphaerodus lens Ag.	Lamna denticulata Ag.

*) Siehe: Herm. v. Meyer, im Jahrbuch für Mineralogie 1846, S. 473; 1847, S. 192; 1849, S. 548.

**) Fr. Jaeger, über die fossilen Säugethiere, welche in Würtemberg aufgefunden worden sind, Stuttgart 1835, und daraus im Jahrbuch für Mineralogie 1837, S. 731 ff.

Lamna contortidens Ag.	Aetobatis spec.
„ crassidens Ag.	Miliobates spec.
„ cuspidata Ag.	Balanus sulcatus Lmk.
„ dubia Ag.	Ostrea longirostris Lmk.
Carcharodon megalodon Ag.	„ canaliculata Lmk.
Zygobates spec.	

Die untergeordneten *Mergellager* erreichen oftmals eine Mächtigkeit von 70 Metres, und umschliessen Bänke und Ellipsoide von Molasse. Der graue Mergel steht dieser zuweilen, nach seiner ganzen Beschaffenheit, so nahe, dass man ihn wohl mergelige Molasse nennen könnte. Er enthält immer viel Sand und kohlensauren Kalk. Glimmer fehlt niemals. Der bunte Mergel und Thon, mit vorherrschender braunrother Farbe, ist im reinen Zustand sehr fein, und wird leicht durch Wasser aufgeweicht. In den mehrsten Fällen ist er aber durch die Bestandtheile der Molasse verunreiniget. Er wird öfters grob und sandig, und ist manchmal so innig mit Molasse verwebt, dass man nicht weiss, ob man das Ganze für Molasse oder Mergel nehmen soll.

Braunkohle, *Stinkstein* und *Kalkmergel* sind die Süsswassergebilde, welche als untergeordnete Lager im Gebiete der Süsswassermolasse auftreten. Die *Braunkohle* bildet, vorzüglich als Pechkohle, selbstständige stärkere Lager, vorzüglich in der unteren Süsswassermolasse, und ist von Thon und Süsswassermuscheln einschliessendem Stinkstein und Mergel begleitet. Diese Lager sind wesentliche Glieder der Formation, und ihre Thierüberreste bezeichnen das pliocäne Alter der Molasse. Diese Ueberreste gehören Land- und Süsswasser-Thieren an, Mastodonten, Rhinocerossen, verschiedenen Nagethieren, Schildkröten u. s. w. An vielen Stellen liegen Schichten von Meeresmolasse darüber, öfters in mächtiger Ablagerung. Thon und Mergel machen gemeiniglich die Sohle aus; mit der Kohle wechselnd, und als Dach derselben, treten der Stinkstein und Mergel auf, welche Ueberreste der Gattungen Helix, Lymneus, Melania, Unio, Cyclas und Planorbis einschliesst. Die wichtigsten Punkte für das Vorkommen dieser Braunkohle sind: *Paudex*, *Belmont*, *St. Saphorin*, *St. Martin* im Waadt und im westlichen Freiburg, *Kaepfnach* bei Zürich, *Elgg* in der Gegend von Winterthur (woselbst ein Zahn vom Rhinoceros minutus gefunden wurde), *Bäumle*, unfern Bregenz am Bodensee, *Miesbach*, *Gross-*

weil am *Peissenberg*, und mehrere andere Orte in *Oberbayern* *).

Stinksteinlager treten auch öfters unabhängig von der Braunkohle auf. Sie bilden alsdann grössere Massen, das Gestein ist dichter, heller und weniger abgesondert. Die Massen wechseln mit dem obersten Theil der Molasse-Formation, oder erscheinen als Decke derselben an den Abhängen des Jura oder in seinen Thälern. Einzelne Schichten sind reich an Süsswasser-Conchylien. Hierher gehören die Stinksteinlager von *Goumoens* und der Gegend von *Echallens*, von *Boudry* und von *Court*. Wahrscheinlich dürfen wir dazu auch den Süsswasserkalk rechnen, welcher in der Gegend von Lörrach den *Tüllinger Berg* und die südliche Basis des von *Binzen* gegen *Egringen* sich hinziehenden Berges bildet. Hier namentlich scheint der Molasse-Sandstein unter dem Süsswasserkalk weggelagert zu sein.

Ohne Zweifel gehören noch viele andere Süsswasserkalke zur Formation der Molasse, wie der von *Kleinenkems*, von *Müllhausen* u. s. w.

Gyps findet sich in dieser Formation selten. Bisher hat man ihn in der Schweitzerischen Molasse (Subalpinische Gruppe) nur zwischen Genf und Neuenburg angetroffen. Das Städtchen *Boudry* am Neuenburger See steht auf einer Molasse-Gyps-Bildung. Die Fundamente seiner Häuser sind, nach L. v. Buch, fast alle in diese Steinart eingegraben. Die Hauptmasse besteht aus einem bläulich-grauen Mergel mit kleinen Adern von Fasergyps.

Auch einige Gypsablagerungen des oberen Rheinthals gehören der Molasse an. So die Gypsbildung von *Bamlach*, unmittelbar am rechten Rheinufer, unfern Schliengen, die Gypsmasse von *Ziemersheim* bei Mülhausen im Elsass und das Gypslager von *Wasenweiler* am Kaiserstuhl im Breisgau **).

*) Schafhaeutl, über die tertiaeren Kohlenablagerungen in Bayern, im Jahrb. für Min. 1848. S. 641 ff.

**) Vergleiche: P. Merian: Einige Thatsachen über eine eigenthümliche Gebirgsbildung, worauf die Stadt Basel steht, in Meisner Ann. der Schweitz. Gesellsch. für die gesammte Naturw. 1824, Bd. I., S. 139 und *Dessen* geogn. Bemerkungen über den Kaiserstuhl im Breisgau, im Bericht über die Verhandlungen der naturf. Gesellsch. zu Basel. VII. 1847.

Dem Schweitzerischen und Deutschen Molassegebilde gehören auch die kalkigen, petrefaktenführenden Tertiaerschichten an, welche jenseits des Rheins in den Cantonen *Basel-Stadt* und *Basel-Land* und diesseits im *Klettgau*, am *Hohen Randen*, im *Hegau*, im *Donauthal* bei *Möhringen* und weiterhin noch an einigen Stellen ostwärts bis in die Gegend von Ulm abgelagert sind, so wie die *Kalkstein-Conglomerate* am *westlichen Abfall* des *südlichen Schwarzwaldes*.

Im Canton Basel-Stadt besteht zunächst der Thalgrund, in welchem Basel liegt, aus einer *tertiaeren* Thon- und Mergelbildung von reichlich 160 Fuss Mächtigkeit, in welcher auf der rechten Rheinseite, bei dem Dorfe *Bottmingen* Stücke von *bituminösem Holz*, *Blätterabdrücke*, Abdrücke grasartiger Pflanzen vorkommen, und mit denselben eine Menge kleiner *Planorben*. Damit vermengt sind Reste von Seethieren, Austern, der *Ostrea d'Annonii* und *O. Arca* Mer. angehörig, *Balaniten* (*Balanus miser* Lmk.), *Cerithien* (*Cerithium plicatum* Lmk.) und eine kleine Bivalve, Venus oder Cytherea. Diese Bildung hängt auf der rechten Rheinseite mit den Molasse-Sandsteinen und dem Kalkstein-Conglomerat von *Stetten* bei Lörrach zusammen, andererseits mit den Molasse-Sandsteinen des *Birsecks* und des *Sundgaus*, so wie mit den tertiaeren Conglomeraten des Solothurner Dorfes *Dornach*. Die Kalkconglomerate erstrecken sich mit ihren charakteristischen Petrefakten von Meeresthieren über *Tuggingen* hinaus bis in's Birsthal. Daraus ersieht man, dass das Rheinthal und das Birsthal schon vorhanden waren, als das Meer in jener Gegend noch über einem beträchtlichen Theil der jetzigen Landschaft stand. Es zeigen dies auch die grossen Austern an, welche bei *Stetten* auf der Oberfläche zerrütteter Rogensteinfelsen mit geneigter Schichtenstellung beobachtet werden; wie es scheint, noch in derselben Lage, die sie einst auf dem Meeresgrunde eingenommen hatten *). Der Rand des marinischen Tertiaerbeckens war einerseits im Wiesenthal bei Lörrach, andererseits am Ausgang des Birsthales, wo unmittelbar hinter dem Dorfe *Aesch* die Tertiaerschichten anstehen, und Haifischzähne, eine

*) P. Merian, über die Verbreitung einer tertiaeren marinischen Formation im Canton Basel, im Bericht über die Verhandl. der naturf. Gesellsch. zu Basel. II. 1836.

sehr grosse Auster, *Ostrea Collinii* MERIAN, und einige Bivalven enthalten, worunter *Pholadomya pectinata* MERIAN und *Modiola sericea* BRONN. Im Innern des Cantons Basel sind diese Tertiaerschichten vorzugsweise über die jurassische Hochebene verbreitet, wogegen sie in den Thalgründen fehlen. Es tritt also hier gerade der Gegensatz von ihrem Vorkommen im Rhein- und Birsthal hervor, was andeutet, dass die kleineren Thäler im Inneren des Gebirges erst nach der Ablagerung dieser Meeresbildung bei einer später erfolgten Hebung der Gebirgsmassen entstanden sind. Theilweise sind sie sogar erst nach der Ablagerung der Süsswasserkalke geöffnet worden *).

Oestlich von Basel ist dasselbe Tertiaergebilde im *Klettgau* abgelagert, wo man es vom Hofgut *Bechtersbohl* bis hinter *Bühl* bei *Riederen* anstehend sieht. Bei Bühl ist darin ein grosser Streinbruch-Betrieb, da die mächtigen Schichten gute Bausteine und schöne Werksteine liefern. Weiterhin erscheinen dieselben Schichten, stellenweise ganz aus einer Zusammenhäufung von Tertiaerconchylien zusammengesetzt, manchmal mit kalkigen Rollsteinen untermengt, an anderen Punkten wieder in der Form eines Kalkstein-Conglomerats, auf dem *Hohen Randen*. Zwischen dem *Rhein* und der *Donau*, nahe am Randen-Gipfel, auf dem Plateau des weissen oberen Jurakalks, liegen oberhalb *Fützen*, bei *Thengen*, am *Buchberg* und am *Lindenbuck* unfern des Badischen Grenzzollhauses, weisse und röthliche Kalkschichten, die an mehreren Stellen sehr viele, aber grösstentheils zertrümmerte organische Reste einschliessen. Es kommen darin vor: *Lamna denticulata* AG., *Hemipristis serra* AG., *Nerita Lafioni* MERIAN, *Melanopsis Citharella* MER. (verwandt mit der heute in Spanien lebenden *Mel. cariosa* LK. oder *Mel. costellata* FER., die am häufigsten hier vorkommende Conchylien-Art); *Cerithium*, ähnlich dem Cerith. tricinctum BROC. und eine species ähnlich dem *Cerith. fuscatum (Costa)*, *Strombus*, von der Grösse des *St. Troglodytes* LK.; *Tritonium*, kleine Art; *Trochus*, kleine Art; *Pleurotoma; Murex; Buccinum; Conus*, Steinkerne von zwei Arten; *Cardium; Pecten; Venus; Ostrea.*

*) P. MERIAN, ebendaselbst.

Durch diese Einschlüsse, so wie durch die zertrümmerte Beschaffenheit vieler Conchylien-Schalen, durch eingemengte grössere und kleinere Rollsteine, ist diese Tertiaerbildung sehr gut als eine Litoralbildung charakterisirt. Ihr Vorkommen am Hohen Randen in der beträchtlichen Höhe über der Thalsohle gibt einen Beweis, dass dieses Gebirge eine sehr starke Erhebung erst nach der Ablagerung der Molasse erlitten hat. Im Donauthal zeigen sich dieselben Tertiaerschichten wieder auf dem Kalkplateau über *Bachzimmern*, unfern *Möhringen*. Das Gestein ist hier zum Theil locker und zerfällt durch den Einfluss der Witterung, wobei die eingeschlossenen Conchylienreste sich ablösen. Es kommen hier die Schalthier-Geschlechter vor: *Cerithium*, *Turritella*, *Voluta*, *Natica*, *Conus*, *Nerita*, *Arca*, *Pecten*, *Chama*, *Cardium*, *Ostrea*, *Patella*.

Im *Hegau* treten diese Schichten in ansehnlicher Mächtigkeit und von grosser Festigkeit in dem kleinen *Kriegerthal* bei Engen auf. Es werden darin bei *Zimmerholz* Steinbrüche getrieben, welche sehr schöne und dauerhafte Werksteine liefern. Sie wurden in neuester Zeit beim Hafenbau zu Constanz verwendet. An den alten Burgen im Hegau sieht man dieses Muschel-Conglomerat allenthalben als Quader an Grundmauern, Pfeilern u. s. w. Es zieht sich über *Bargen* herauf bis *Mauenheim* am Fusse des basaltischen *Höweneck*, wo seine mehr sandigen und conglomeratischen Schichten wohl erhaltene Exemplare von *Ostrea canalis* einschliessen.

Das Kalkstein-Conglomerat am westlichen Abfall des südlichen Schwarzwaldes erscheint im Eisenerz-Revier *Candern* zunächst als Decke der dortigen jurassischen Bohnerzbildung *). Wo die Conglomeratbänke mit dem Molasse-Sandstein in jener Gegend zusammenstossen, da erscheinen sie stets als das Liegende desselben. Sie enthalten Bruchstücke aller Kalkformationen der Gegend bis zum Muschelkalk herab, und scheinen in Folge einer mächtigen Zerrüttung des älteren Gebirges entstanden zu sein.

Das Conglomerat der Gegend von Lörrach, das sich durch den Einschluss so vieler Meeresthiere auszeichnet, gehört zu der gleichen Bildung. Bei den *Gypsgruben* von *Laufen* unfern

*) Siehe meine Abhandlung: Sur les minerais pisiformes in den Mem. de la Soc. d'hist. nat. de Strasb. 1830. 1r Theil.

Sulzburg sieht man die Keupermergel unmittelbar von diesem Conglomerat bedeckt, das hier in mannigfaltigen Abänderungen auftritt, und durch einen Stollen-Betrieb aufgeschlossen worden ist, bei welchem man in einer feinkörnigen, bituminösen Abänderung desselben Steinkerne der Geschlechter *Mytilus*, *Cardium*, *Cerithium*, *Venus* fand *). Am mächtigsten sind diese Conglomerate in den Vorbergen des Hauptgebirgs zwischen Staufen und Freiburg entwickelt bei *Oelinsweiler*, *Pfaffenweiler*, *Ballrechten*, *Wittnau*, am *Schönberg* bei Freiburg, wo sie sowohl am südlichen und westlichen Abfall liegen, als auf der Spitze des Berges und hier, offenbar durch spätere Erhebung in einer beträchtlichen Höhe auftreten. Bei Pfaffenweiler, wo grosse Streinbrüche darin betrieben werden, wurden in neuester Zeit Reste eines Wirbelthieres, ein Kieferfragment eines *Palaeotheriums* darin gefunden, und zu Ballrechten eine *Flabellaria*. Am *Schutterlindenberg* bei *Lahr* ist der nördlichste Punkt der Verbreitung dieser Bildung **), wo ebenfalls Steinkerne von *Cytheraea* vorkommen.

Die interessanteste zur Molasse gehörige locale Bildung ist der *Süsswasser-Mergel* von *Oeningen*, eine der allerwichtigsten *deutschen* Fundstätten organischer Reste. Am Südabhange des *Schiener-Berges* im badischen Amte Radolphzell, der zwischen dem unteren Bodensee (Untersee) und dem Rhein steht, nahe bei dem *badischen* Dorfe *Oeningen* und näher noch bei den *badischen* Orten *Wangen* und *Schienen*, liegen etwas über der halben Höhe des Berges die Steinbrüche von *Oeningen*, aus welchen eine merkwürdige fossile Flora und Fauna zu Tag gefördert worden ist, von welchen man in allen wichtigeren Sammlungen der cultivirten Welt Exemplare sieht.

Der untere Theil des *Schiener-Berges* besteht aus Meeresmolasse von derjenigen Beschaffenheit, die man nach Studer „Muschelsandstein" nennt. Sie ist in den angrenzenden Gegenden des *Hegaus* sehr verbreitet, und auch südlich im

*) P. Merian, über das Kalkstein-Conglomerat am westl. Abfall d. südl. Schwarzwaldes, im Bericht über die Verhandlungen der naturf. Gesellsch. zu Basel. I. 1835. S. 38.

**) Siehe meine Abhandlung über das Vorkommen eines Tertiaerkalks am Schutterlindenberge bei Lahr in Leonhard's Zeitschrift für Mineralogie 1827. Bd. 2. S. 241.

Thurgau. Die Hauptmasse des Berges aber besteht aus Süsswassermolasse, in welcher stellenweise, wie z. B. in den Schluchten des südlichen Abhanges unterhalb des Hofgutes Unterwald, sodann am Wege von Langenmoos nach Bankolzen, Bänke mit *Unio*-Schalen vorkommen, unter denen man *Unio flabellata* GOLDF., *Unio undata* HUMBOLDT und einige andere nahe verwandte unterscheidet. Man hat auch Bruchstücke des Panzers einer Schildkröte und Theile von Cycadeen-Stämmen gefunden. Die Lage der Schichten ist horizontal; sie bilden dicke Bänke, und bestehen aus einem grünlich-gelben glimmerreichen Sand, dessen feine Körner, ungeachtet sie kein Bindemittel verkittet, doch so fest zusammenhängen, dass man Höhlungen, Keller darin graben kann, deren Wandungen und Wölbung stehen. Bei Schienen liegt darin ein ganz schwaches Braunkohlenflötz. Am Nordabfall des Schiener-Berges liegt ein etwas stärkeres Braunkohlenflötz, beinahe horizontal in einer ungefähr 10 Fuss mächtigen Mergelmasse. Man hat es bei dem Hofgute *Hittisheim* unfern *Bohlingen* wiederholt in Abbau genommen, aber der geringen Mächtigkeit wegen, die gute Kohle ist nur 8 bis 10 Zoll mächtig, bald wieder verlassen. Stellenweise liegen auch feste Bänke von Kalksandstein in der weichen Sandmasse. Mitunter auch zollstarke Streifen von bläulichem Mergel, die streckenweise zertrümmert sind, und deren scharfkantige Bruchstücke in der Schichtungsebene zwischen dem gelblichen Sande liegen. Ungeachtet der horizontalen Lage der Schichten bemerkt man in der ganzen Gegend doch da und dort kleine Unregelmässigkeiten, Schichten, die bis zu 8° aufgerichtet sind, bald nach Nord, bald nach Süd einfallen, und mitunter auch Biegungen zeigen.

Die Höhe des *Schiener-Berges* ist zwischen dem Rheinthal und dem flachen Thaleinschnitt, worin das Dorf *Schienen* liegt, von einer horizontalen, wenige Fusse mächtigen *Nagelfluhemasse* bedeckt. Darin liegen bis kopfgrosse, wenig gerundete Geschiebe von Alpen-Kalkstein, von Gneis, von röthlichen Kieseln, und selbst Stücke von einer Nagelfluhe, die ganz mit derjenigen der Appenzeller Berge übereinstimmt. Diese Schiener Nagelfluhe ist ganz verschieden von derjenigen, die nördlich davon im Hegau, und südlich im Thurgau die Höhen bedeckt; sie ist offenbar viel jünger. Auf der Oberfläche des Berges zerstreut liegen Geschiebe, welche aus den östlichen

Alpen abstammen, Kalksteine des Appenzeller Gebirgsstocks, weisse körnige Kalksteine (von Reichenau unfern Chur), Gneisblöcke aus dem hinteren Rheinthal und einzelne Granite, denen vom Julier ähnlich.

Etwa 600 Fuss über dem See sieht man, von Oeningen aus bei dem Hofgute *Unterbühl* angelangt, eine sanftwellige, mit Wiesen und Aeckern bedeckte Ebene, nach Osten und Nordosten sich ausdehnend, die mit einer Breite von etwa 4000 Fuss sich sanft gegen den See, gegen Südost abdacht, und mit dem Beginnen eines steileren Abfalls endiget, der bis zum See herab 500 Fuss betragen kann. Die Länge der Ebene misst von Südwest nach Nordost eine starke Viertelstunde. Der Bach von Wangen durchfurcht sie der Quere nach. Gegen Südwest hat sie eine muldenförmige Einsenkung, die sich bald zu der Rinne verengt, in welcher ein Bach nach *Oeningen* herab fliesst. In dieser Ebene liegen die Brüche des sogenannten *Oeninger* Schiefers, der durch den Reichthum und die Mannigfaltigkeit seiner organischen Reste so berühmt geworden ist *). Das Gestein besteht vorherrschend aus einem bituminösen schieferigen Kalkmergel von lichter, gelblich- und graulich-weisser Farbe. Die festeren Lagen werden zu Bodenplatten benutzt, zu Kalk gebrannt, und thonige Abänderungen als hydraulischer Kalk verwendet. Die Verbreitung des Mergelschiefers ist auf die beschriebene Ebene beschränkt. Das Gebilde ist offenbar eine locale Süsswasserablagerung.

Es werden zwei Steinbrüche in demselben betrieben. Von dem einen oberen, der schon seit langer Zeit betrieben wird, hat vor 45 Jahren Dr. Karg **) eine Beschreibung gegeben. Die organischen Reste sind aber erst in neuerer Zeit genau untersucht und bestimmt worden, wobei die Oeninger Ablagerung als einzig in ihrer Art erkannt worden ist. Agassiz hat die Fische, A. Braun die Pflanzen, H. v. Meyer die Säugethiere, Vögel und Reptilien, Osw. Heer die Insekten bestimmt, wie

*) Siehe A. Escher von der Linth: „Oeningens geologische Stellung" in Herm. v. Meyer's Fauna der Vorwelt 1845.

**) Dr. J. M. Karg, Stadtarzt zu Constanz: Ueber den Steinbruch zu *Oeningen* bei Stein am Rhein und dessen Petrefakten, in den Denkschriften der vaterl. Gesellsch. der Aerzte und Naturforscher Schwabens. Bd. I. 1805.

es die nachstehenden Verzeichnisse ausweisen, die wir ausführlich mittheilen.

Die fossile Flora von Oeningen,

nach A. Braun *).

In dem *Oeninger* Schiefer wurden bis jetzt Reste von ungefähr 144 Pflanzen-Arten, oder mit Weglassung einiger unbestimmbarer Samen, von 140 Arten gefunden, welche sich so vertheilen:

I.	Blattlose Kryptogamen	7
II.	Beblätterte, aber gefässlose Kryptogamen	3
III.	Gefässkryptogamen	6
IV.	Nacktsamige Phanerogamen	6
V.	Monocotyledonen	22
VI.	Apetale Dicotyledonen	33
VII.	Monopetale Dicotyledonen	14
VIII.	Polypetale Dicotyledonen	49
		140.

I. *Blattlose Kryptogamen.*

Hierher gehören bis jetzt nur einige kleine Pilze auf Blättern und Baumzweigen: eine Art *Sphaeria* auf Grasblättern; zwei Arten *Sphaeria* auf Blättern von Populus ovalifolia; eine Art *Phoma* auf Blättern desselben Banmes; ein *Sclerotium* auf Blättern von Populus transversa, höchst ähnlich dem lebenden Sclerotium populinum auf Populus Tremula; *Hysterium decipicus* A. Braun auf Baumzweigchen; *Erineum* auf Blättern von Acer productum.

II. *Beblätterte, aber gefässlose Kryptogamen.*

Characeae.

Chara, ein einziger undeutlicher Abdruck, im Carlsruher Cabinet.

Samen und Stengel von *Chara Meriani* A. Braun kommen an der *Liebburg* (1/2 Stunde von Constanz) und bei *Bettenhausen* (1 Stunde von Constanz) in einem dem Oeninger ähnlichen Süsswassergebilde vor.

Auch am östlichen Seeufer liegt an der *Haltnau* oberhalb *Meersburg* ein dem Oeninger Schiefer sehr ähnlicher Kalkmergel

*) Mein verehrter Freund A. Braun hat mir diese seine neueste und vollständigste Arbeit über die fossilen Pflanzen *Oeningens*, besonders zur Veröffentlichung an dieser Stelle mitgetheilt. Das reichste Material hierzu erhielt er in den letzten Monaten von Dr. Bruckmann.

in einzelnen Stücken, worin Samen von *Chara Meriani* eingeschlossen sind, und Schalen von Anodonta Lavateri. Wahrscheinlich kommen diese Stücke mit Eisschemeln von *Liebburg* aus dem Thurgau herüber. Dort begleitet dieselbe Anodonta die Chara-Samen, und liegt auch ein kleiner Planorbis in dem Gestein, welcher dem *Pl. declivis* A. Braun sehr ähnlich ist, den man in den Mainzer Miocän-Schichten findet.

Musci.

Hypnum oeningense A. Braun.

III. Gefässkryptogamen.

Filices.

Polypodium (Goniopteris) *oeningense* A. Braun; vielleicht identisch mit Polypodites stiriacus Unger von Parschlug.

Aspidium Filix antiqua A. Braun; analog dem lebenden Asp. Filix mas (A. Braunii Unger).

Pteris oeningensis Unger.

Osmunda Kargii A. Braun.

Equisetaceae.

Equisetum Braunii Unger (Equisetum rude A. Braun bei Bruckmann) *).

Lycopodiaceae.

Isoëtes Braunii Unger **).

IV. Nacktsamige Phanerogamen.

Coniferae cupressineae.

Glyptostrobus oeningensis A. Braun (früher Taxodium oeningense). Zweige und Zapfen. Höchst ähnlich dem in China und Japan lebenden Glyptostrobus heterophyllus.

Taxodium dubium A. Braun (Taxodites dubius Sternberg). Aehnlich dem in Nordamerica lebenden Taxodium distichum.

Juniperus? Undeutliches Fragment.

*) Dr. Bruckmann: Flora oeningensis fossilis. Die Oeninger Steinbrüche, das Sammeln in denselben und die bis jetzt dort gefundenen Pflanzenreste. Jahresheft des Vereins für vaterländische Naturkunde in Würtemberg. August 1850. Das hier mitgetheilte Verzeichniss enthält viele provisorische Bestimmungen A. Braun's, die in seinem eigenen hier revidirt erscheinen.

**) Unger: Genera et species plantarum fossilium. Vindobonae. 1850.

Coniferae. Abietinae.

Abies? Zweigstücke und Nadeln?

Pinus brevifolia A. Braun. Nadelpaar. (Vielleicht einerlei mit Pinites furcatus Unger von Parschlug).

Pinus Goethana (Pinites — Unger, von diesem zu Parschlug gefunden). Ein schon von Karg (siehe oben) angeführter Zapfen mag wohl einer dieser Arten angehören.

V. Monocotyledonen.

Najadeae.

Potamogeton geniculata A. Braun; häufig.

Potamogeton Bruckmanni A. Braun; dem lebenden Potamogeton Hornemanni vergleichbar.

Typhaceae.

Typha latissima A. Braun }
Typha stenophylla A. Braun } Blätter.

Sparganium oeningense A. Braun; nebst einer breitblätterigeren Form. Blätter. (Mit Sparganium acheronticum Unger von Parschlug zu vergleichen).

Cyperaceae.

Scirpus?

Cyperus? Wurzelstöcke und Halme mehrerer Arten.

Carex? Blätter, zwei Arten.

Gramineae.

Blätter von wenigstens 8 Arten kleinerer Gräser; eine Art durch ihre Drehung an *Triticum* erinnernd (Poacites recentior Endlicher), eine andere durch ihre Rauhigkeit an *Oryza.*

Phragmites und

Donax? Wurzelstöcke und Halme.

Smilaceae.

Smilax parvifolia A. Braun.

VI. Apetale Dicotyledonen.

Myricaceae.

Comptoma oeningensis A. Braun; der nordamericanischen Compt. asplenifolia ähnlich.

Betulaceae.

Alnus? Blatt und Frucht zweifelhaft.

Carpinus oeningensis Unger; Nüsschen und zweifelhaft dazu gehörige Blätter.

Corylus? Unvollständig erhaltene und zweifelhafte Blätter und Früchte.

Cupuliferae.

Quercus neriifolia A. BRAUN; mit ganzrandigen Blättern, nebst einer Form mit einigen Zähnen am Rand. Sehr nahe verwandt mit Quercus lignitum UNGER von Parschlug. Beide gehören der jetzt in Nordamerica einheimischen Gruppe der Quercus Phellos an.

Quercus Gmelini A. BRAUN; mit gesägten Blättern, etwas an Castanea erinnernd.

Quercus cruciata A. BRAUN; eine höchst merkwürdige Art, die am meisten an die nordamericanische Quercus falcata erinnert.

Salicineae.

Salix. Die zahlreichen hierher gehörigen Blätter sind sehr schwer spezifisch zu sondern; daher vielleicht der Arten zu viele.

Salix angustissima A. BRAUN; der lebenden S. viminalis vergleichbar.

Salix longa A. BRAUN; der vorigen ähnlich, aber die Blätter grösser, länger, wellig.

Salix media A. BRAUN.

Salix attenuata A. BRAUN. Diese beiden erinnern in der Blattform an S. alba.

Salix tenera A. BRAUN, nebst einer Varietät undulata.

Salix Lavateri A. BRAUN.

Salix Bruckmanni A. BRAUN. Die letzen 3 Arten erinnern an S. fragilis.

Salix cordato-lanceolata A. BRAUN; ähnlich der S. Lavateri, aber mit sägeförmiger Basis des Blattes.

Salix paucinervis A. BRAUN; vielleicht der S. repens vergleichbar.

Populus avalifolia A. BRAUN, nebst einer Var. gracilis oder lancifolia, sehr häufig. Aehnlich der in Nordamerica lebenden Populus balsamifera. Dazu gehört vielleicht auch Populus integerrima bei BRUCKMANN.

Populus latior A. BRAUN.

„ *attenuata* A. BRAUN.

„ *truncata* A. BRAUN.

Populus cordifolia LINDL. Diese 4 Arten sind vielleicht nur Formen einer Art, zu der auch Pop. gigas UNGER von Parschlug gehören kann. Sie ist der nordamericanischen Pop. monilifera ähnlich.

Populus betuloides A. BRAUN.

Populus oblonga A. Braun (Pop. Aeoli bei Bruckmann). Diese letzteren 3 Arten scheinen der Gruppe der Pop. tremula anzugehören.

Ausser den Blättern kommen von Weiden und Pappeln Fruchtkätzchen und einzelne aufgesprungene Früchte vor, auch abgefallene geschlitzte Bracteen, welche von Pop. ovalifolia oder latior herzurühren scheinen.

Ulmaceae.

Ulmus parvifolia A. Braun.

Ulmus tenuifolia A. Braun. Diese Art ist vielleicht identisch mit Ulmus Bronnii Unger von Bilin und Parschlug. Auch eine Frucht von Ulmus, ähnlich U. campestris, ist vorgekommen.

Celtis? salicifolia A. Braun; nur fragmentarisch.

Styracifluae.

Liquidambar europaeum A. Braun. Blätter und Früchte ähnlich denen des nordamericanischen Liq. styracifluae.

Liquidambar Seyfridii A. Araun; höchst selten.

Laurineae.

Laurus Fürstenbergii A. Braun; an Laurus nobilis erinnernd.

Laurus Bruckmanni A. Braun; zweifelhafte Species, vielleicht zu Diospyros gehörig.

Daphnogene cinnamomifolia Unger. Nicht in den Oeninger Steinbrüchen, sondern in dem Molasse-Sandstein des *Schiener-Berges* bei *Wangen* gefunden mit *Ceanothus polymorphus.*

Thymelaeae.

Daphne? oeningensis A. Braun.

VII. Monopetale Dicotyledonen.

Myrsineae.

Myrsine salicoides A. Braun; Blätter.

Ericaceae.

Erica? 2 Arten.

Andromeda revoluta A. Braun. Mit And. glauca Unger von Parschlug und mit And. atavia von Radoboj zu vergleichen. In der Blattform steht diese Art in der Mitte zwischen den lebenden Arten: And. polyfolia und And. salicifolia.

Vaccinium? 3 Arten.

Aquifoliaceae.

Prinos Lavateri A. Braun. Blüthen und Blätter.

Ilex stenophylla Unger?

Diospyreae.

Diospyros brachysepala A. Braun. Kelch und Blatt.

Diospyros lancifolia A. Braun; vielleicht eine schmalblätterige Form der ersten Species.

Sapoteae.

Labatia? (Lucuma?) *Scheuchzeri* A. Braun. Blatt. Eine der interessantesten Pflanzen Oeningens. Die lebenden Arten sind tropisch.

Apocyneae.

Apocynophyllum Seyfridii A. Braun; Blatt; ausgezeichnet aber in Beziehung auf systematische Bestimmung sehr räthselhaft.

Compositae.

Früchte (Achenien) mit Pappus von 2 Arten, von denen die eine zur Gattung Podospermum zu gehören scheint.

VIII. Polypetale Dicotyledonen.

Ranunculaceae.

Clematis? Ein Carpell.

Umbelliferae.

Eine Doldenfrucht hat Heer (Insektenfauna von Oeningen II., t. 17, F. 2 a.) abgebildet.

Araliaceae.

Hedera? Aehnlich H. Helix; zweifelhaft.

Corneae.

Cornus? Blätter; zweifelhaft.

Dombeyaceae.

Dombeyopsis tiliaefolia Unger (Cordia tiliaefolia und Tilia prisca A. Braun früher).

Rhamneae.

Ceanothus polymorphus A. Braun. Zweige, Blätter und Inflorescenz. Sehr vielgestaltig; die Var. latifolia schliesst sich an die nächste Art an (früher Rhamnus terminalis).

Ceanothus subrotundus A. Braun.

Ceanothus. Eine dritte Art ist im Blatt dem lebenden C. americanus ähnlich. Unger rechnet sie zu seiner C. tiliaefolius; sie scheint aber eher zu seinem C. europaeus zu gehören.

Rhamnus oeningensis A. Braun.

Lith. 435. k

Fortsetzung erh. [illegible]
[illegible]

HANDBUCH

der

GEOGNOSIE

zum Gebrauche

BEI SEINEN VORLESUNGEN

und zum

SELBSTSTUDIUM

mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhältnisse des Grossherzogthums Baden

entworfen von

Dr. Friedr. Aug. Walchner,

Grossherzoglichem Bergrathe, Professor der Chemie und Mineralogie an der polytechnischen Schule zu Karlsruhe.

Mit Steindrucktafeln und Holzschnitten.

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage.

7te ~~Fünfte~~ *Lieferung.*

Fortsetzung noch nicht erschienen.

(Schluß) 13 Oct. 1858.

Karlsruhe,

Druck und Verlag von Christian Theodor Groos.

185[illegible].

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Rhamnus brevifolius A. Braun.

Karwinskia multinervis A. Braun; mehreren mexicanischen Arten dieser Gattung, so wie der nordamericanischen Berchemia volubilis vergleichbar.

Celastrineae.

Celastrus cassinefolius Unger. Das Oeninger Exemplar gehört vielleicht nicht hierher, sondern zu Rhus Pyrrhae.

Celastrus Bruckmanni A. Braun; vielleicht gleich Cel. cuneifolius Unger von Parschlug.

Celastrus minutulus A. Braun.

Celastrus crassifolius A. Braun. Von allen 3 Arten nur wenige Blätter.

Therebinthaceae.

Rhus Scheuchzeri A. Braun (Scheuchz. Herb. diluv. t. II., F. 2).

Rhus obliqua A. Braun; bloss einzelne foliola; der vorigen Art ähnlich.

Rhus Pyrrhae Unger; mit dreitheiligen, die beiden erstern mit gefiederten Blättern.

Rhus punctata A. Braun; noch immer sehr zweifelhaft.

Zanthoxylon juglandinum A. Braun; Foliola ähnlich denen von Zanth. fraxinifolium.

Zanthoxylon salignum A. Braun; die Blättchen gleichen denen von Juglans falcifolia.

Sapindaceae.

Sapindus? undulata A. Braun (Juglans bei Bruckmann).

Juglandeae.

Juglans latifolia A. Braun.

Juglans? Bruckmanni A. Braun.

Juglans acuminata A. Braun.

Juglans pristina Unger.

Juglans falcifolia A. Braun; von dieser Art befindet sich ein ganzes gefiedertes Blatt im Carlsruher Cabinet.

Es kommen auch sehr kleine zerdrückte Früchte von Juglans vor.

Acerineae.

Acer. Von den Arten dieses Pflanzen-Geschlechtes gilt dieselbe Bemerkung, die bei dem Weiden-Geschlecht gemacht worden ist.

Acer platyphyllum A. Braun.

Acer trilobatum A. BRAUN; mit einer Var. subquinqueloba.

Acer patens A. BRAUN.

Acer vitifolium A. BRAUN; sehr zweifelhafte Art.

Acer tricuspidatum A. BRAUN; nebst einer Var. subintegerrima.

Acer protensum A. BRAUN.

Acer Bruckmanni A. BRAUN.

Alle diese scheinen in die Gruppe des Acer rubrum und A. dasycarpum aus Nordamerica zu gehören, wofür auch die vorkommenden Früchte sprechen.

Acer pseudocampestre UNGER; erinnert an A. campestre.

Acer decipiens A. BRAUN; erinnert an A. monspessulanum.

Negundo trifoliata A. BRAUN; ist wahrscheinlich durch künstliche Schabung erzeugt, und daher zu streichen. Die früher aufgestellte Art Neg. radiatum ist gestrichen worden, weil sie aus Liquidambar geschabt ist.

Combretaceae.

Getonia oeningensis UNGER. Kelche, welche A. BRAUN früher für Blüthen von Cordia tiliaefolia hielt. Die dazu gehörigen Blätter sind noch nicht sicher ausgemittelt.

Drupaceae.

Prunus acuminata A. BRAUN.

Leguminosae Caesalpineae.

Cercis cyclophylla A. BRAUN. Blatt.

Gleditschia podocarpa A. BRAUN. Blätter, Früchte und Samen.

Caesalpinia? emarginata A. BRAUN.

Caesalpinia? major A. BRAUN; von beiden bloss Fiederblättchen.

Ceratonia? emarginata A. BRAUN; nur ein Fiederblatt.

Papilionaceae.

Robinia? latifolia A. BRAUN; bisher bloss einzelne foliola, zu vergleichen mit Robinia Hesperidum UNGER von Parschlug.

Cytisus? oeningensis A. BRAUN.

Cytisus? Lavateri A. BRAUN.

Ausserdem noch 2 Arten von Hülsen und ein Samen, der dieser Familie angehört *).

*) Hinsichtlich der *früheren* Bestimmungen siehe die Abhandlung A. BRAUN's: über *„die Tertiaer-Flora von Oeningen"*, im Jahrbuch für Mineralogie 1845. S. 164 ff. Das oben citirte Verzeichniss von BRUCKMANN gibt das nähere Vorkommen in den Steinbrüchen und die Sammlungen an, in welchen die Exemplare aufbewahrt werden.

Von diesen Oeninger Pflanzen-Geschlechtern ist der grössere Theil der jetzigen *deutschen* Flora und ein beträchtlicher Theil sogar der jetzigen *europäischen* Flora fremd. Die letzteren sind:

	Vorkommen der jetzt lebenden Arten:
Glyptostrobus . . .	China und Japan.
Taxodium	Nordamerica.
Comptonia	Nordamerica.
Ceanothus	Nordamerica.
Lipuidambar . . .	Mittel-Asien, Nordamerica.
Sapindus	Südamerica.
Juglans	Asien und Nordamerica.
Negundo	Nordamerica.
Gleditschia	Mittel-Asien, Nordamerica.
Caesalpinia . . .	Ostindien.
Ceratonia	Orient, Südamerica.
Cercis	Südamerica.
Zanthoxylon . . .	Orient.
Laurus	Orient.
Daphnogene . . .	Orient und Südamerica.
Smilax	Südamerica.
Labatia	Südamerica.
Apocynophyllum . .	Asien.

Die fossile Fauna von Oeningen.

Malacozoa (Weichthiere).

Unio flabellata GOLDF.
„ undata HUMB.
Planorbis declivis? A. BRAUN.
Anodonta nitens GOLDF.
(Unio Lavateri BRONGN.)
Lymneus ovum? BLAINVILLE.
Helix spec.

Pisces (Fische) nach AGASSIZ *).

Acanthopsis angulatus AG.
Cobitis centrochir AG.
„ cephalotes AG.
Gobio annalis AG.
Tinca furcata AG.
Tinca leptosoma AG.
„ micropygoptera AG.
Leuciscus oeningensis AG.
„ latiusculus AG.
„ pusillus AG.
„ heterurus AG.
Aspius gracilis AG.
Rhodeus elongatus AG.
„ latior AG.
Cyclurus minor.
Lebias perpusillus AG.
Esox lepidotus AG.
Perca lepidota AG.
Cottus brevis AG.
Anguilla pachyura AG.

*) AGASSIZ, Tableau général des Poissons fossiles, Neuchatel 1844.

Säugethiere, Vögel, Reptilien nach H. v. MEYER *).

Säugethiere.

Mastodon angustidens CUV.
Palaeomeryx eminens MEY.
Sciurus Bredai MEY.
Canis palustris MEY. (Der von MURCHISON abgebildete Fuchs.)
Lagomys Oeningensis MEY.
„ Meyeri TSCHUDI.

Vögel.

Unvollkommene Reste.

Scolopax?
Ibisartiger Vogel?
Federn.

Schildkröten.

Chelydra Murchisoni BELL.
Emys scutella MEY.
Latonia Seyfriedi MEY.

Batrachier.

Palaeophrynus Gessneri TSCHUDI.
„ dissimilis MEY.
Pelophilus Agassizii TSCHUDI.
Andrias Scheuchzeri TSCHUDI.
Orthophya longa MEY.
„ solida MEY.

Schlangen.

Coluber Oweni MEY.
„ Kargii MEY.
„ arcuatus MEY.

Krebse.

Cypris-Schalen.
Grapsus speciosus MEY.
Homelys major MEY.
„ minor MEY.

Die fossilen Insekten Oeningens nach OSW. HEER **).

I. Ordnung:

Käfer.

I. Zunft. *Geodephagen.*

1. Fam. *Carapoden* (Laufkäfer).

Cymindis pulchella HEER.
Brachinus primordialis H.
Glenopterus lavigatus H.
Badister prodromus H.
„ debilis H.
Argutor antiquus H.
Harpalus Sinis H.

II. Zunft. *Hydrocanthariden.*

2. Fam. *Dytisciden.*

Dytiscus Lavateri HEER.
„ Zschokkeanus H.
„ Oeningensis H.

III. Zunft. *Brachelytren.*

3. Fam. *Protictiden.*

Protactus Erichsoni H.

IV. Zunft. *Clavicornen.*

5. Fam. *Scaphididen.*

Scaphidium deletum H.

*) H. v. MEYER, zur Fauna der Vorwelt: fossile Säugethiere, Vögel und Reptilien aus dem Molasse-Mergel von *Oeningen*, Frankfurt 1845.

**) OSW. HEER, über die fossile Insektenfauna der Tertiaer-Gebilde von Oeningen und Radoboj, im Jahrb. für Min. 1847.

OSW. HEER, die Insektenfauna der Tertiaer-Gebilde von Oeningen und von Radoboj in Croatien, I. u. II. Aus dem XI. Bande der neuen Denkschriften der schweitzerischen naturforschenden Gesellschaft besonders abgedruckt, 1846 u. 1847. Zürich. 4°.

7. Fam. *Nitiduliden.*
Nitidula melanaria HEER.

8. Fam. *Peltiden.*
Peltis tricostata H.
Trogosita Koellikeri H.

9. Fam. *Dermestiden.*
Dermestes pauper H.

10. Fam. *Byrrhiden.*
Byrrhus Oeningensis H.

V. Zunft. *Palpicornen.*

11. Fam. *Hydrophiliden.*
Escheria ovata H.
Hydrophilus vexatorius H.
" spectabilis H.
" Knorri H.
" Noachicus H.
" Rehmanni H.
" Brauni H.

VI. Zunft. *Lamellicornen.*

12. Fam. *Geotrupiden.*
Coprologus gracilis H.

13. Fam. *Scarabäiden.*
Gymnopleurus Sisyphus H.
Onthophagus Urus H.
" ovatulus H.

14. Fam. *Aphodiden.*
Aphodius Meyeri H.
" antiquus H.

15. Fam. *Melolonthiden.*
Rhizotrogus longimanus H.
Melolonthites aciculata H.
" deperdita H.
" Lavateri H.
" obsoleta H.

16. Fam. *Melittophilen.*
Trichius amoenus.

VII. Zunft. *Sternoxen.*

17. Fam. *Buprestiden.*
Capnodis antiqua H.
" puncticollis H.
Var. compressa et abdominalis.
Perotis Lavateri H.
Ancylochira Heydeni H.
Ancylochira deleta HEER.
" rusticana H.
" Seyfriedi H.
" gracilis H.
Eurythyrea longipennis H.
Dicerca prisca H.
Sphenoptera gigantea H.
Füsslinia amoena H.
Protogenia Escheri H.
Buprestis Oeningensis H.
" exstincta H.

18. Fam. *Elateriden.*
Diacanthus sutor H.
Limonius optabilis H.
Ampedus Seyfriedi H.
Ischnodes gracilis H.
Cardiophorus Brauni H.
Lacon primordialis H.
Adelocera granulata H.
Elaterites Lavateri H.
" obsoletus H. (maximus).

VIII. Zunft. *Malacodermen.*

19. Fam. *Telephoriden.*
Telephorus Germari H.
" tertiarius H. (Oeningensis).
" fragilis H.

20. Fam. *Melyriden.*
Malachius Vertumni H.

21. Fam. *Tilliden.*
Clerus Adonis H.

IX. Zunft. *Tracheliden.*

22. Fam. *Canthariden.*
Lytta Aesculapii H.

X. Zunft. *Stenelytren.*

23. Fam. *Helopiden.*
Helops Meissneri H.

24. Fam. *Cisteliden.*
Cistela Dominula H.

25. Fam. *Salpingiden.*
Mycterus molassicus H.

XI. Zunft. *Longicornen.*

26. Fam. *Cerambyciden.*
Clytus melancholicus H.

27. Fam. *Laminarien.*
Mesosa Jasonis H.
Acanthoderes Phrixi H.
Saperda Nephele H.

XII. Zunft. *Rhynchophoren.*

28. Fam. *Attelabiden.*
Bruchus striolatus H.
Anthribites Moussoni H.
" pusillus H.
Rhynchites Silenus H.

29. Fam. *Carculioniden.*
Brachycerus Germanus H.
Sitona attavina H.
Cleonus larinoides H.
" Deucalionis H.
" Pyrrhae H.
" Leucosiae H.
Pristorhynchus ellipticus.
Lixus rugicollis H.
Sphenophorus Naegelianus H.
" Regelianus H.
Cossonus Meriani H.
" Spielbergii H.

XIII. Zunft. *Cyclicen* u. *Eopoden.* *Phytophagen* Heer.

30. Fam. *Donaciden.*
Donacia Palaemonis H.

31. Fam. *Hispiden.*
Anoplites Bremii H.

32. Fam. *Cassididen.*
Cassida Hermione H.
" Megapenthes H.

33. Fam. *Chrysomeliden.*
Lina populeti H.
Chrysomela Calami H.
" punctigera H.
Orcina Helleri H.
" Protogeniae.
" Amphyctionis H.
Gonioctena Japeti H.
" Clymene H.
Clytra Pandorae H.

XIV. Zunft. *Coccinelliden.*

34. Fam. *Coccinelliden.*
Coccinella Andromeda H.
" Hesione H.
" Perses H.

II. Ordnung:
Gymnognatha Burm.

I. Zunft. *Orthoptera.*

1. Fam. *Blattina* (Schaben).
Keine.

2. Fam. *Locustaria* (Laubheuschrecken).
Phaneroptera vetusta H.

3. Fam. *Acridiodea.*
Oedipoda Oeningensis H.
Gomphocerus femoralis H.

4. Fam. *Mantoidea* (Fangheuschrecken).
Mantis protogaea H.

II. Zunft. *Corrodentia.*

5. Fam. *Termiten.*
Termes spectabilis H.
" insignis H.

III. Zunft. *Subulicornia* Burm.

6. Fam. *Libellulinen.*

1. Ausgewachsene Thiere.

Agrion Parthenope H.
Agrion Leucosia H. (Flügellänge 17 Linien.)
Agrion Ligea H.
" Peisinoe H.
" Aglaope H.

2. Larve von:

Agrion Aglaopheme H.

Aeschniden.

Aeschna Polydore H.
" Tyche H.

Larven von:

Aeschna Eudore H.
Libellula Thoe H.
" Perse H.
" Doris H.
" Thetis H.

Libellula Eurynome H.
„ Melobasis H.
„ Calypso H.

III. Ordnung:

Neuroptera (Netzflügler).

I. Zunft. *Trichoptera* Kirb.

1. Fam. *Phryganiden.*
Phryganea antiqua H.

IV. Ordnung:

Hymenoptera (Hautflügler).

1. Fam. *Bienen.*
Xylocopa senilis H.
Osmia antiqua H.
Anthophorites Mellona H.
„ Titania H.
„ tonsa H.
„ veterana H.

II. Zunft. *Praedonia* (Raubwespen).

2. Fam. *Vesparia* (Wespen).
Keine.

3. Fam. *Formicaria.* (Ameisen).
Formica obesa Oeningensis H.
„ pinguis Oeningensis H.
„ procera H.
„ lignitum Germar.
„ gravida H.
„ longicollis H.
„ heraclea H.
Formica pinguicula Oeningensis Heer.
Formica primordialis H.
„ immersa H.
„ macrophthalma H.
Formica macrocephala Oeningensis H.
Formica Lavateri H.
„ Seuberti H.
„ globiventris H.
„ primitiva H.
(Männchen der Formica primordialis? ähnelt der Form. rufa L.)
Formica demersa H.
„ orbata H.
Formica pulchella H.
Ponera fuliginosa Oeningensis Heer.
Ponera longaeva H.
„ ventrosa H.
„ globosa H.
Imhoffia nigra H.
Myrmica macrocephala H.
Myrmica tertiaria Oeningensis Heer.
Myrmica rugiceps H.
„ molassica H.
„ angusticollis H.

4. Fam. *Sphegina.*
Pompilus induratus H.

III. Zunft. *Entomophaga.* (Schlupfwespen.)

5. Fam. *Ichneumonida.*
Anomalon protogaeum H.
Cryptus antiquus H.

IV. Zunft. *Phytophaga.* (Pflanzenwespen.)

6. Fam. *Tenthredineta* (Blattwespen).
Tenthredo vetusta H.
Cephites Oeningensis H.
„ fragilis H.

V. Ordnung:

Schmetterlinge.

I. Zunft. *Diurnen* (Tagschmetterlinge).
Keine.

II. Zunft. *Nocturna* (Nachtfalter).

3. Fam. *Noctuo-Bombycida.*
Bombycites Oeningensis H.,
Psyche Pineella H.

VI. Ordnung:

Diptera (Fliegen).

I. Zunft. *Tipularia* (Mücken).

1. Fam. *Chironomida* (Federmücken).
Chironomus Oeningensis H.
„ obsoletus H.

2. Fam. *Tipulida* (Erdmücken).
Keine.

3. Fam. *Mycetophilida* (Pilzmücken).
Keine.

4. Fam. *Florales* (Blumenmücken).
Bibio elongatus H.
„ angustatus H.
„ pulchellus H.
„ fusiformis H.
„ pinguis Oeningensis H.
„ moestus H.
„ brevis H.
„ oblongus H.
„ obsoletus H.

Protomya jucunda H.
„ affinis H.
„ amoena H.

II. Zunft. *Tanystoma.*

5. Fam. *Asilida* (Raubfliegen).
Asilus antiquus H.
„ deperditus H.

III. Zunft. *Brachystoma.*

6. Fam. *Syrphida.*
Keine.

IV. Zunft. *Athericera.*

7. Fam. *Muscida.*
Ehinomyia antiqua H. *)

Die Kenntniss der organischen Reste Oeningens bietet sehr interessante Materialien zu Vergleichungen dar. Der Unterschied der *fossilen Oeninger* Flora von der *jetzigen* Flora der *Bodensee*-Gegend ist sehr bedeutend. Eine grosse Zahl von Oeninger Arten hat keine Analoga in der heutigen Flora jener Gegend, ja viele derselben nicht einmal in *Europa*. A. Braun's neueste oben mitgetheilte Darstellung der fossilen *Oeninger Flora* führt viele Arten auf, welche namentlich mit den heute im wärmeren *Nordamerica*, in *Mexico, Westindien* oder in *Mittelasien*, *China* und *Japan* wachsenden eine nahe Verwandtschaft besitzen. *Smilax*, *Sapindus*, *Labatia*, *Apocynophyllum*, *Liquidambar*, *Ceratonia*, *Caesalpinia* zeigen ein *warmes* Klima an; die mehrsten anderen nicht europäischen Arten

*) Osw. Heer sagt in dem Vorwort zur II. Abtheilung seiner Insektenfauna von Oeningen und Radoboj, dass die noch zu veröffentlichende Bearbeitung der *Rynchoten* in dem Anhang erscheinen werde, welcher alle neuen Arten der übrigen Ordnungen geben soll, eine bedeutende Nachlese von Oeninger Käfern bringe, und die Gesammtresultate seiner Untersuchungen enthalte. Der baldigen Erscheinung der ganzen vortrefflichen Arbeit Osw. Heer's über die tertiaeren Insekten sieht jeder Geologe mit Sehnsucht entgegen. Man erhält dadurch weitaus das interessanteste Material zur gründlichen Ausmittelung der lokalen und klimatischen Verhältnisse der Länder in der Tertiaerzeit. Die Insekten eignen sich hiezu weitaus besser als die Mollusken, deren Mannigfaltigkeit in den Verhältnissen ihres Vorkommens und ihrer Lebensart mit denen der Insekten nicht verglichen werden kann, welche namentlich noch in vielfältiger Beziehung zur Pflanzenwelt stehen.

das Klima des *wärmeren Nordamericas*. Die Arten von *europäischen Geschlechtern* schliessen sich mehr den *nordamericanischen* an, als den jetzt in *Deutschland heimischen;* so namentlich *Pappel-* und *Ahorn*-Arten. *Laurus* wächst heute an den Küsten des Mittelmeeres.

H. v. Meyer zeigt in seinem oben citirten Werke die nahen Beziehungen, welche die fossilen Wirbelthiere Oeningens mit denjenigen lebenden Wirbelthierarten haben, die heute in *Nordamerica* und *Japan* wohnen. Er ist indessen der Meinung, dass die Oeninger Thiere zu ihrer Existenz kein wärmeres Klima bedurft haben, als dasjenige ist, welches gegenwärtig noch in der Gegend von Oeningen herrscht. Zu der gleichen Ansicht ist später auch Agassiz gelangt, der bei der Vergleichung der Typen der Geschöpfe des *gemässigten Nordamericas* mit denen des Mergels von *Oeningen* eine überraschende Analogie gefunden hat *). Er zieht ebenfalls die Analogie japanischer Thiere in seine Betrachtung. Die Vergleichung der Oeninger *Insektenfauna* mit der lebenden hat Osw. Heer **) zunächst in Bezug auf die Käferarten zu einem Resultate geführt, das im Wesentlichen mit demjenigen übereinstimmt, zu dem die Oeninger Flora führt. Es kommen von den 68 Oeninger Käfergattungen gegenwärtig noch 51 in der Schweitzer Fauna vor; die Arten aber unterscheiden sich von denen der Lebenwelt. Diejenigen der Gegenwart, die den fossilen am nächsten stehen, gehören nicht der Schweitzer Fauna an, sondern der *südeuropäischen*. Das ist namentlich der Fall bei den Arten der Gattungen Capnodis, Perotis, Sphenoptera, Mycterus, Brachycerus, welche die Fauna der Länder des *Mittelmeeres* charakterisiren. Sieben Oeninger Käfer-Genera sind ausgestorben, und davon bildet ein Genus den Typus einer neuen, bisher nicht gekannten Familie. Das charakterisirt die Oeninger Käferfauna, gegenüber der jetzigen, am meisten. Besonders auszeichnend ist für dieselbe weiter das starke Hervortreten der *Buprestiden* und *Hydrophiliden*.

*) Agassiz, Brief an Murchison aus America im Atheneum vom 5. Juni 1847, Nr. 1023, und Jahrb. für Mineralogie 1848. S. 471.

**) Ueber die fossile Insektenfauna von Oeningen und Radoboj, im Jahrb. für Mineralogie 1847. S. 161 ff.

Die meisten Wasserkäfer Oeningens gehören der letzteren Familie an, während heut zu Tage in unseren Gewässern durch ganz Europa die Dytisciden vorherrschen. Unter den 51 jetzt noch in der Schweitz und am Bodensee lebenden, mit Oeningern übereinstimmenden Käfergattungen kommen einige nur in den wärmeren Gegenden derselben vor, fast alle aber auch im *südlichen Europa.* Osw. Heer hält sich daher berechtigt, auszusprechen, *dass die Oeninger Käferfauna den Charakter derjenigen des südlichen Europas*, oder besser der *Zona mediterranea* habe, dass aber in diese einige wenige americanische Formen eingestreut seien.

Die Flora und Insektenfauna Oeningens berechtigen daher gleichmässig zur Annahme, dass während der Molasseperiode ein *warmes Klima* geherrscht hat *).

*) Hinsichtlich der Beschaffenheit und Aufeinanderfolge der Schichten in den beiden betriebenen Oeninger Steinbrüchen und des Vorkommens besonderer organischer Reste in den einzelnen Schichten hat Bruckmann sehr werthvolle und genaue Mittheilungen gemacht, die sich auf dessen eigene Beobachtungen gründen. Er hält die schon von Karg (über den Steinbruch zu Oeningen u. s. w. siehe oben S. 954 Note) angegebene Schichtenreihe, welche auch H. v. Meyer in seiner Fauna von Oeningen anführt, für richtig und bestätigt, dass die von diesem aufgezeichneten Trivialnamen der einzelnen Schichten des *oberen* Bruches bei den Arbeitern noch fortbestehen. Karg's Schichtenverzeichniss ist folgendes:

1) Zu oberst liegt eine ungefähr 7 Fuss mächtige Lage von Dammerde; hierauf folgen die Schichten des Mergel-Gebildes in nachstehender Weise:

2) „*Mergelerde*", nicht über 2 Fuss mächtig; ein bläulich-graues zerreibliches Gestein, woraus Ziegel und Backsteine angefertigt werden.

3) „*Abraumstein*". Zum Kalkbrennen nicht geeignet; gelblich-grau; spaltet in die dünnsten Blättchen. Enthält Pflanzenabdrücke.

4) „*Mergelerde*", wie 2, ½ Fuss mächtig.

5) „*Schwefelstein*" des starken Geruches wegen, auch „*der dicke Stock*" genannt, wegen der dichten Beschaffenheit; 2 bis 6 Fuss mächtig, gelblich-grau, feinkörnig und so fest, dass er gesprengt werden muss. Ohne Versteinerungen.

6) Der „*weisse Schieferstein*", 4 Zoll bis 2 Fuss mächtig, weisslich, spaltet in papierdünne Blättchen, mit Pflanzen, den ersten Fischen und Insekten.

Die Störungen der regelmässigen Lage der Schichten, welche der Molasse-Sandstein bei Oeningen da und dort zeigt, haben

7) Der „*kleine Mocken*“ (schwäbisches Wort für Brocken), 2 Fuss mächtig, schwarz-braun oder weisslich-grau, schieferig; enthält Pflanzenreste und eine Menge weisser zweischaliger Körperchen von Mohnsamen-Grösse; wahrscheinlich Cypris-Schalen.

8) Der „*grosse Mocken*“, 2 Fuss mächtiges, grauliches oder weissliches hartes Kalkgestein mit Spuren von Pflanzenresten.

9) Die „*erste schwarze Platte*“, ungefähr 2 Zoll mächtig.

10) Die „*zweite schwarze Platte*“, von derselben Mächtigkeit, auf der Oberfläche durch Pflanzenreste schwärzlich gefärbt; sonst aber ohne erkennbare organische Reste.

11) Die „*erste weisse Platte*“, 3 Zoll mächtig. Auf der Oberfläche mit dendritischen Zeichnungen überzogen; enthält Versteinerungen, die sich durch gute Erhaltung auszeichnen, aber nicht zahlreich vorkommen.

12) Die „*Fischplatte*“, 3 Zoll mächtig, die weisseste Schicht im Steinbruch, reich an Fischresten.

13) Das „*kleine Häutchen*“, 1 Zoll mächtig, ein sehr dünnblätteriger schwärzlich-grauer Mergelschiefer.

14) Die „*dritte schwarze Platte*“, 2½ Zoll mächtig; enthält Pflanzenreste.

15) Der „*Cordonstein*“; 4 Zoll mächtig; seine Oberfläche hat durch Pflanzenreste ein Ansehen, wie gedruckter Zeug. Darauf bezieht sich der Name. Grau, grossblätterig. Soll zu Karg's Zeit viele organische Reste enthalten haben.

16) Der „*Krötenschüsselstein*“, 1 Fuss mächtig, ziemlich hart, grobblätterig, mit Pflanzenresten auf der Oberfläche. Enthält viele Süsswassermuscheln, welche Leute dortiger Gegend Krötenschüsseln nennen.

17) Der „*Dillstecken*“, 10 Zoll mächtige Kalklage. Ist zum Kalkbrennen gesucht; ohne Versteinerungen.

18) Das „*kleine graue Häutchen*“, kaum 1 Zoll mächtig.

19) Der „*kleine Muschelstein*“. 10 Zoll mächtig, grobblätterig; enthält Conchylien und Pflanzen.

20) Die „*dicke Platte*“, ½ Fuss mächtig, schieferig, mit Pflanzenresten.

21) Die „*zweite weisse Platte*“, 3 Zoll mächtig, reich an organischen Resten. Hier sind nach H. v. Meyer die ersten Reste des Frosches „Latonia“ vorgekommen.

22) Der „*Kesselstein*“, ½ Fuss mächtig; graulich-weiss, grobblätterig; enthält Conchylien und Pflanzen. Die unterste Kalkschicht.

sich wiederholt bei den durch Steinbruch-Arbeiten aufgeschlossenen Schichten des Mergels in stärkerem Grade wahrnehmen

23) Die „*Sandsteinschicht*“; bläulich-grau, glimmerig, ziemlich fest; bildet das Liegende sämmtlicher Kalkschichten.

Hierzu bemerkt Dr. BRUCKMANN in seiner oben S. 956 angeführten Abhandlung, „Flora Oeningensis fossilis“, nach seinen eigenen Beobachtungen:

KARG's „Abraumstein“ (Schicht 3) enthält nur in seinem oberen 4 Linien starken Theile Pflanzenreste, die wie alle in den oberen Schichten vorkommenden organischen Reste mürbe sind und leicht zerfallen. Der „weisse Schieferstein“ (Schicht 6) zerfällt in zwei Theile, wovon der obere weichere, Leuciscus Oeningensis AG., als Seltenheit auch Batrachier, der untere sehr harte Theil aber vorherrschend nur Libellen-Larven (Libellula *Thoe*, *Doris*, *Thetis*, *Eurynome*, *Melobasis*, *Calypso* nach HEER) nebst einigen *Heliciten* und *Lymneen* führt; auch Dendritenbildungen sind nicht selten. Der „kleine“ und „grosse Mocken“ (Schichten 7 und 8) führen häufig *Potamogeton geniculata* A. BRAUN; selten kommt damit zusammen *Isoëtes Braunii* UNGER vor. Bezeichnend für den „grossen Mocken“ (Schicht 8) ist *Typha* und *Phragmites*. In Schicht 9 und 10 finden sich zuweilen grössere Fische, wie *Esox lepidotus* AG.; als grosse Seltenheit *Andrias Scheuchzeri* TSCHUDI. Schicht 11 enthält nur selten Fische, häufiger dagegen die Schicht 12, die „Fischplatte“ genannt, worin auch schön erhalten bisweilen *Salix longa* A. BRAUN vorkommt. Schicht 14 ist die Schildkroten-Schicht, worin *Chelydra Murchisoni* liegt. Der „Cordonstein“ enthält nach BRUCKMANN keine Petrefakten, was KARG's Angabe widerspricht. Im „Krötenschüsselstein“ (Schicht 16) findet sich in Menge die schöne *Anodonta nitens* GOLDF. (Unio Lavateri BRONGN.). In Schicht 17 wurde 1828 der seltene und interessante Fund des Fuchs-Skelettes gemacht, das dem, vom lebenden Fuchs verschiedenen *Canis palustris* MEY. angehört. Die Schichten 18—21 sind feinsandig, enthalten zerstreut einzelne Fische und meist undeutliche Pflanzenreste, von blasser Farbe und nicht gut erhaltenen Ribben, z. B. *Salix angustissima, S. Lavateri, Quercus neriifolia*, *Acer tricuspidatum*, *Populus latior*.

Ein besonderes Interesse gewährt der „Kesselstein“, KARG's Schicht 22. Er besteht aus einem sehr bitumenreichen Kalkmergel von 6 Zoll Mächtigkeit, in dessen oberer weicheren Hälfte wenige Fische vorkommen, in der unteren härteren Hälfte aber der grösste und schönste Theil der Oeninger Flora begraben liegt. Die Pflanzenreste sind von röthlichbrauner und tiefbrauner Farbe, und höchst mannigfaltig. Zugleich liegen hier viele Insekten, worunter neue, von Osw. HEER noch nicht beschriebene, die in dem oben S. 968 angekündigten Anhang seines Werkes sollen beschrieben und abgebildet werden. In dieser Schicht liegt auch zahlreich ein kleiner Planorbe, der nach A. BRAUN dem

lassen. In beiden Steinbrüchen hat man bei weiterer Auffahrung einzelne Schichten am Rande der Ablagerung oder in

Planorbis declivis der Mainzer Schichten am nächsten steht. Aus dem *Kesselstein* erhielt Dr. BRUCKMANN, der mit rastlosem Fleiss und grossen Opfern die Oeninger Pflanzenreste zum Nutzen der Wissenschaft sammelte, die reichste Ausbeute an Pflanzen. Er ist auch im Besitze der reichsten Sammlung der fossilen Flora Oeningens.

Unter dem *Kesselstein* liegt der bläulich-graue glimmerreiche *Molasse-Sandstein*, in einer mittleren Mächtigkeit von 7 Zoll. Darunter folgt ein dunkelblauer fetter Thonmergel von unbekannter Mächtigkeit, da er noch nicht durchsunken wurde. Die ganze aufgezählte Schichtenreihe endlich ruht auf der Süsswasser-Molasse des *Schiener-Berges*.

Die mittlere Mächtigkeit aller 23 Schichten beträgt im Durchschnitt und mit Einschluss des Abraums 31 Fuss. Die tiefsten Schichten, der Kesselstein und einige zunächst über ihm liegende Schichten, stehen beständig unter Wasser, das aus der Schicht 4 stark zufliesst, und in nassen Jahren kaum zu gewältigen ist.

Der *untere* Bruch ist von dem oberen durch Sandstein-Schichten geschieden. Sein Abraum besteht aus einem Wechsel von Thonmergel und festen Sandstein-Lagen, und beträgt bis 36 Fuss. Darunter folgt der Kalkmergel, der sehr thonig, ein vortrefflicher hydraulicher Kalk ist, keine regelmässige Schichtung zeigt, und das Ansehen einer erhärteten lomogenen Schlamm-Masse hat, die von Sprüngen und Klüften durchzogen ist. Das Gestein ist spröde, muschelig im Bruche, und zeigt auf den Kluftflächen Dendriten-Bildungen. Seine Mächtigkeit schwankt zwischen 4 bis 7 Fuss. Der oberste Theil zeigt bis auf 1 Fuss herab gelbliche Färbung und eine Andeutung von Schichten. Er enthält einen der selteneren Fische Oeningens. Weiter nach unten wird das Gestein fester, weisslich, und enthält als bezeichnende Pflanze Ceanothus polymorphus in Menge, seltener auch Liquidambar europaeum A. BRAUN. Zu unterst liegt, nicht als durchsetzende Schicht, sondern in einzelnen Platten, eine 1½ Zoll starke Lage eines abwechselnd grau und gelblichbraun gefärbten Gesteins, das durch den Einfluss der Sommerwitterung, noch mehr aber durch die Wirkung des Frostes sich in bis 30 papierdünne Blätter zerspaltet.

Dieser unterste Theil ist nach BRUCKMANN *reich* an wohlerhaltenen Pflanzenresten, von theils weisser, theils gelblich-röthlich und schwarzbrauner Farbe, sowie an schönen *Insekten* und kleinen *Fischen*. Charakteristisch ist nach ihm für diese Lage das Vorkommen von Liquidambar Seyfriedii, *Ulmus tenuifolia*, *Celastrus crassifolius*, *Ceratonia emarginata*, *Laurus Fürstenbergii* A. BRAUN, die bis jetzt im oberen Steinbruch nicht gefunden worden sind. Eigenthümlich gehören nach dessen eigenen Beobachtungen ferner dem unteren Bruche an von *Insekten:* fast alle, welche Osw. HEER in den beiden erschienenen Ab-

der Tiefe in der Nähe des Sohle-Gesteins aufgerichtet, stark verworfen und auch theilweise zertrümmert gefunden. Diese

theilungen seiner Insektenfauna von Oeningen und Radoboj beschrieben hat. Die Schicht 22, der „Kesselstein“, des oberen Bruches, die man der zusitzenden Wasser wegen seltener erreicht, und oft nur theilweise ausheben kann, enthält den übrigen Theil der Oeninger Insekten. Von *Fischen* kommt im unteren Bruch allein der schöne *Acanthopsis angustus* Ag. vor. Von Wirbelthieren finden sich gewöhnlich nur einzelne Stücke. Im Jahr 1845 wurde aber unmittelbar unter der sich aufblätternden Lage ein Kiefer von *Palaeomeryx eminens* Mey. mit wohl erhaltenen Zähnen gefunden.

Unter dem Kalkmergel des *unteren* Bruches folgt ebenfalls eine Lage von dunkelblauem, fettem Thonmergel. Das Ganze ruht wieder auf Molasse-Sandstein.

Für die Freunde und Kenner der Wissenschaft, namentlich für reisende Geologen, wird die Angabe, allwo sich die interessantesten Sammlungen von Oeninger Petrefakten befinden, willkommen sein.

Einen reichen Schatz der fossilen Flora und Fauna Oeningens bewahrt das Grossherzogliche Naturalien-Cabinet zu *Carlsruhe*; es enthält insbesondere die Exemplare, welche unter Fürstbischof Maximilian durch Peter Pfeiffer für das *Meersburger* Cabinet (von 1784 an) gesammelt worden sind. Die Lavater'sche Sammlung zu Zürich ist von den Schweitzer Sammlungen die reichste an Oeninger Petrefakten; auch die Sammlung der Züricher Universität enthält davon Mehreres.

In der neuesten Zeit hat vorzüglich der Geheime Hofrath von Seyfried zu *Constanz*, mit dem lobenswerthesten Eifer und grossem, zum Nutzen der Wissenschaft gemachten Aufwande, die schönsten und interessantesten Exemplare von Wirbelthieren, Pflanzen und Insekten der Oeninger Brüche gesammelt. Seine höchst ausgezeichnete Sammlung enthält: mehrere Exemplare von *Andrias Scheuchzeri* (dieser Salamander ist bekanntlich der „Homo diluvii testis“ Scheuchzers; siehe dessen Schrift: Beingerüst eines in der Sündfluth ertrunkenen Menschen, Tiguri 1726); Prachtexemplare von *Latonia Seyfriedii*, des durch seine Grösse Bewunderung erregenden Frosches; von *Chelydra Murchisoni*, *Coluber Owenii* u. s. w. Das Skelett des Oeninger Fuchses (*Canis palustris* Meyer) hat Murchison für das Britische Museum zu London angekauft.

Das *Tayler'sche Museum* zu *Harlem* enthält schöne Reste des zu Oeningen vorkommenden *Mastodon angustidens*, des *Sciurus Bredai* Mey. und noch einige nicht näher bestimmte Wirbelthier-Species, die nach H. v. Meyer (Jahrb. für Mineralogie 1848, S. 472) für *Oeningen* neu sind.

Die Sammlung des Civil-Ingenieurs Dr. Bruckmann, welche mit ihm wandert, enthält den reichsten Schatz der Oeninger Flora, viele Fische

Schichten-Störungen, offenbar durch gewaltsame Einwirkungen hervorgebracht, sind ohne Zweifel durch vulcanische Durchbrüche bewirkt worden. Es tritt nämlich eine vulcanische Tuffmasse in der Nähe des unteren Steinbruches im Bette des Baches hervor, der gegen Wangen herabfliesst, höchst fremdartig, wohl nur in geringer Ausdehnung, aber doch erkennbar als ein phonolithischer Tuff, wie er im *Hegau* in grosser Ausdehnung liegt. Er scheint in der Nähe der Oeninger Steinbrüche auch noch an anderen Stellen zu Tage gekommen zu sein; das bräunliche Ackerland in den Umgebungen des unteren Bruches stammt wahrscheinlich von solchem Tuff ab. Es möchte die Gegend von Oeningen der südlichste Punkt sein, bis zu welchem sich die Ausbruchs-Erscheinungen des Hegauer Phonolith-Zuges erstreckt haben. Am Nordende des Schiener-Berges tritt am Karlsbuck bei Worblingen eine ähnliche Tuffmasse auf, welche die Verbindung des Tuffs im Gebiet des Oeninger Mergels, mit den nahen Phonolithmassen der Gegend von Singen und Gottmadingen bildet. In diesem Zusammenhange mit den Hegauer Bergen erscheint der Oeninger Phonolith-Tuff als die Ursache der Schichten-Störungen des dortigen Mergels.

H. v. Meyer hat eine treffliche Schilderung der Physiognomie der Oeninger Ablagerung gegeben, welche durch die neuesten Untersuchungen von O. Heer und A. Braun noch wesentliche Vervollständigung erhält, die dem *Localcharakter* Oeningens ein vollendetes Gepräge geben.

Von den von H. v. Meyer beschriebenen fossilen Thieren gehören fünf den Säugethieren an, gegen ein Dutzend den Reptilien, worunter zwei Schildkröten, vier Frösche, ein Salamander, zwei Batrachier mit kaum entwickelten oder fehlenden Gliedmassen und drei Species Schlangen. Die Paar Vögel gehören den Ordnungen der Gallinaceen und Strandläufer an.

Die Säugethiere sind Landthiere, und entweder in das Wasser, aus dem sich der Oeninger Mergelschiefer absetzte,

und Insekten der merkwürdigen Fundstätte. Bruckmann wohnt derzeit zu Stuttgart, und hat sich erboten, genau bestimmte Doubletten im Tausche abzugeben. (Siehe seine Abhandlung: „Flora Oeningensis fossilis", in dem im August d. J. erschienenen Jahreshefte des Vereins für vaterländ. Naturkunde in Würtemberg.)

hineingefallen oder demselben vom Lande her zugeführt worden. Der Fuchs und die Nager leben auf trockenem Land. Der Dickhäuter Oeningens, *Mastodon angustidens*, bezeichnet eine sumpfige, wasserreiche Gegend, und gehört einem Geschlechte an, das in der Vorwelt fast über die ganze Erde verbreitet, unter allen Himmelsstrichen heimisch war, und tritt hier in einer Art auf, die mit einer der beiden identisch ist, welche im Gebiet der Molasse vorkommen, und darin die häufigere ist. Unter den Säugethieren treten am häufigsten die Nagethiere auf, was im Verhältniss zu der Schnelligkeit steht, womit diese Thiere sich vermehren.

„Wenn das Gebilde von Oeningen", sagt H. v. Meyer, „ausschliesslicher den Charakter von Land an sich trüge, so würden sich die Ueberreste von *Lagomys* noch häufiger darin finden, wie dieses an der Braunkohle der Molasse von Kaepfnach in der Schweitz sich erweist, einem Landgebilde, worin Ueberreste von Nagern in grosser Menge vorkommen. Weit mehr jedoch, als der Grad der Häufigkeit, muss in diesen beiden gleichalterlichen und einander so nahe liegenden Localitäten die bestehende Species-Verschiedenheit der Nager auffallen. Während der Nager von Oeningen als *Lagomys* Hasenartiger Natur ist, besteht der Nager von Kaepfnach in dem Biber-artigen *Chalicomys*, und keiner von ihnen kommt an beiden Orten zugleich vor. Die geographische Verbreitung von Chalicomys in der geologischen Zeit hat bei dessen naher Verwandtschaft zum Biber weniger Auffallendes, als die von Lagomys. Oeningen lehrt, dass dieses Genus in der Tertiaerzeit unter einer Breite lebte, welche der Grenze unseres heutigen Deutschlands entsprechen würde, was auch Ueberreste aus einem Tertiaergebilde des Departements Puy-de Dôme in Frankreich bestätigen. Südlicher noch tritt Lagomys in den Knochenbreccien der Diluvialzeit, an den Küsten des Mittelmeeres auf, namentlich auf Sardinien, Corsica und zu Nizza; hier in zwei Species, und nach R. Wagner's Bericht in einer allen Glauben übersteigenden Menge. (Siehe oben S. 838.) Ein anderes diluviales Vorkommen wurde in der Gegend von Paris in Knochenhöhlen beobachtet, wo selbst, obwohl ziemlich selten, zwei Species erkannt wurden. Für das gegenwärtige Europa ist *Lagomys* erloschen. (Siehe oben a. a. O.). Die heute lebenden Arten dieses Geschlechtes wohnen in kalten Gegenden,

vorzugsweise am Altai in Sibirien, am Himalaya in Hochasien, und in diesem Gebirge dem Elephanten und Rhinoceros, den Repräsentanten heisser Himmelsstriche, am nächsten, und wie diese von Kräutern sich nähren.

Von den Vögeln Oeningens zeigen die Strandläufer eine wasserreiche Gegend an; dessgleichen die Reptilien und die Fische. Die vielen Pflanzenreste, worunter die Blätter grosser Bäume vorwalten, viele Sumpf-Pflanzen auftreten, zahlreiche wasserliebende Weiden und Erlen, deuten eine gewächsreiche, bewaldete, schattige Umgebung des Oeninger Wasserbeckens an, in dessen Bereich Schildkröten, Frösche, Salamander und Schlangen lebten, die auf einander und auf Fische und zahllose Insekten Jagd machten.

Unter den Oeninger Reptilien walten die Batrachier vor; Thiere, welche bekanntlich nur in süssen Wasser leben. Der Riesenbatrachier *Andrias*, der nur aus der Oeninger Bildung bekannt ist, hebt die Eigenthümlichkeit derselben besonders hervor. Grösse und Häufigkeit dieses merkwürdigen Thieres gaben ihm wohl ein Uebergewicht in dem Wasserbecken, aus dem sich die Schichten absetzten, die seine Reste umschliessen. Es hat in der ganzen früheren geologischen Zeit kein ähnliches Thier gelebt. Aber, merkwürdig in der That, in der heutigen Schöpfung hat der Oeninger Riesen-Salamander einen nahen Verwandten an dem *Megalobatrachus* (Salamandra maxima), der in Japan zwischen dem 34° und 36° nördlicher Breite in See'n und Bächen des Hochgebirges lebt, 4 bis 5000 Fuss über dem Meere. (Siehe: Schlegel, Fauna japanica.) Er nährt sich von kleinen Fischen, von Fröschen und Würmern, und verlässt bisweilen zur Nachtzeit das Wasser, feuchte und buschige Oerter aufsuchend. Der Oeninger Salamander fand an Fischen und Fröschen hinreichende Nahrung, und lebte in einer seiner Organisation und Lebensweise angemessenen Localität *). Ein kleineres ihm verwandtes Geschöpf, *Menopoma*, lebt heute in den Flüssen und See'n von Nordamerica.

*) Von dem japanischen Megalobatrachus war 1840 zu Amsterdam in dem Gesellschaftslocal „Thiergarten" ein schönes, lebendes Exemplar zu sehen. Sein plumpes Wesen, das auch in der von diesem Exemplar gegebenen Abbildung zu erkennen ist, macht ihm schnellere Bewegungen unmöglich.

Während *Andrias* eine nahe Beziehung zur gegenwärtigen Fauna von Japan zeigt, wird durch *Lagomys* und besonders durch *Chelydra* eine grosse Aehnlichkeit mit der jetzigen Fauna von Nordamerica dargestellt. Die lebende *Chelydra serpentina* lebt auf den Flüssen und See'n Nordamericas von New-York an bis herab in den Süden von Florida. Sie ist sehr raubgierig und gefrässig, fasst und verschlingt Fische, junge Enten u. s. w. Die Oeninger Chelydra war wohl nicht weniger gefrässig, und fand namentlich an Fischen reichliche Nahrung.

Der Batrachier-Reichthum im Oeninger Mergel steht im Einklang mit der Menge von Insekten und Fischen, die in demselben Gestein liegen, da die Frösche sich bekanntlich von Insekten und auch von Fischlaich nähren. Die riesige Latonia überragt alle anderen Frosch-Formen. Seiner überraschenden Grösse wegen lässt dieses Thier sich nur mit dem heutigen grossen südamericanischen Frosch *Ceratophrys* Fitz. vergleichen.

Die Oeninger Schlangen, Coluber-Arten, stehen der lebenden europäischen Fauna am nächsten. Auch ihnen war die Beschaffenheit des Oeninger Beckens ganz angemessen.

Die fossile Fischfauna Oeningens steht durch das Vorwalten der Cyprinaceen in einer unverkennbaren Beziehung zu der lebenden Fischfauna des Bodenseebeckens, und dies zeigt einen Zusammenhang der Tertiaerfauna dieser Thiere mit ihrer gegenwärtigen Fauna in der gleichen Gegend an. Die Oeninger Fischgeschlechter leben alle bis auf eines gegenwärtig in Europa; von den Arten, die alle erloschen sind, erinnern aber viele an Nordamerica und mehrere an Ostindien. Das Geschlecht *Cyclurus* ist erloschen *).

Die *Insektenfauna* Oeningens besteht überwiegend aus Landbewohnern; es treten unter diesen namentlich viele Käfer auf, und darunter sehr viele Waldbewohner, was wiederum andeutet, dass der Landsee von einem Wald umgeben war.

*) Mit den Oeninger Fischen stimmen mehr oder weniger überein die fossilen Fische der Tertiaerbildungen *Böhmens*, der Tertiaergebilde von *Menat* in Frankreich (Dép. Puy-de-Dôme), von *Aix* in der Provence und von *Steinheim* in Würtemberg. Nachstehende Zusammen-

Was die einzelnen Ordnungen der Insekten betrifft, so zeigt *Oeningen* nach O. HEER's Untersuchungen Folgendes: In der

stellung wird die gegenseitigen Beziehungen dieser verschiedenen Localitäten anschaulich machen:

Genera.	*Oeningen.*	*Böhmen.* (Kostenblatt *Kutschl.* Luschitz *Waltsch.*)	*Aix en Provence.*	*Menat im Puy-de-Dôme.*	*Steinheim.*
Perca	lepidota AG.	lepidota AG.	Beaumonti A.	angusta A.	
Perca		uraschista RS.			
Smerdis			minutus AG.		
Mugil			princeps AG.		
Cottus	brevis AG.		Aries AG.		
Acanthopsis	angustus AG.				
Cobitis	centrochir AG.				
Cobitis	cephalotes „				
Gobio	analis AG.				
Tinca	furcata AG.				micropygoptera AG.
Tinca	leptosoma AG.				
Leuciscus	Oeningensis „	Colei MEY. W.			Hartmanni AG.
„	latiusculus „	medius RS. L.			gracilis A.
„	pusillus AG.	acrogaster RS.			
„	heterurus AG.	Stephani MEY. Wa.			
„		brevis MEY. K.			
Aspius	gracilis AG.	furcatus MEY.		Brongniarti AG.	
Aspius		elongatus M.			
Rhodeus	elongatus AG.				
„	latior AG.				
Lebias	perpusillus „		cephalotes AG.		
Esox	lepidotus AG.	Waltschanus MEY.			
Sphenolepis			squamosseus AG.		
Cyclurus	minor AG.	macrocephalus REUSS.		Valenciennii AG.	
Anguilla	pachyura AG.		nultiradiata A.		

Zu dieser übersichtlichen Zusammenstellung macht H. v. MEYER, der sie mitgetheilt (siehe dessen Abhandlung über die fossilen Fische aus den tertiaeren Süsswasser-Gebilden in Böhmen, im Jahrb. für Minera-

grossen Insektenordnung der *Käfer* sind es die *Bubrestiden*, welche diese Localität besonders auszeichnen, die heute

logie 1848, S. 424 u. ff.) nachstehende Bemerkungen: „Alle in dieser Uebersicht aufgeführten Arten von Süsswasser-Fischen sind erloschen; von den Geschlechtern aber nur drei, nämlich *Cyclurus*, *Smerdis* und *Sphenolepis*. Die Arten jeder von den fünf Localitäten sind verschieden, denn was als Perca lepidota einer böhmischen Localität aufgeführt ist, gehört wahrscheinlich einer eigenen, noch nicht genauer bestimmten Art an. Diese gänzliche Verschiedenheit ist nicht auffallend, wenn man bedenkt, dass die Gewässer, in welchen die Fische lebten, gänzlich von einander abgeschlossen waren, in verschiedenen Höhen lagen, verschiedene Umgebungen hatten u. s. w. *Böhmen* gleicht in Betreff des Reichthums an Arten und hinsichtlich der Geschlechter *Oeningen* am meisten, das bis jetzt immer noch als die fischreichste tertiaere Süsswasser-Ablagerung dasteht. Beide Gegenden haben dieselben Geschlechter; in beiden ist Leuciscus vorwaltend, welches Geschlecht auch die Verwandtschaft mit Steinheim vermittelt, ebenso wie *Perca*, *Aspius* und *Cyclurus* diejenige mit *Menat*. Aix nähert sich andererseits durch die Geschlechter *Perca*, *Cottus*, *Lebias*, *Anguilla* der Oeninger Ablagerung, unterscheidet sich aber davon durch den Mangel des Geschlechtes *Cyclurus*, wofür es die zwei erloschenen Geschlechter *Smerdis* und *Sphenolepis* besitzt, welche den übrigen Localitäten fehlen. Alles erwogen, was die aufgeführten Verschiedenheiten und Verwandtschaften der fraglichen Localitäten angeht, und wohl beachtend, welchen Einfluss Boden-Beschaffenheit und Klima auf die Entwickelung von Thierformen haben, und wie endlich in einem und demselben Klima verschiedene Localitäten typische Unterschiede zeigen, wie in demselben Klima in einer Gegend diese, in einer anderen davon verschiedene, gleichsam gleichartige Thierformen leben, kann man (sagt H. v. Meyer) annehmen, dass der hervorgehobenen Unterschiede ungeachtet die Bildungen der übrigen Localitäten einer und derselben geologischen Zeit angehören."

Die *Pflanzenreste* der böhmischen Süsswasserformation bestehen vorzugsweise aus Dicotyledonen, von denen ein grosser Theil mit dicken lederartigen Blättern versehen war, und somit den Charakter der Bäume und Sträucher der Küstenflora des Mittelmeeres an sich trägt; ein kleiner Theil zeigt Verwandtschaft mit nordamericanischen Formen. Sparsam erscheinen Palmenreste und Coniferen, alle wesentlich unterschieden von den lebenden Arten. Bei der noch immer mangelhaften Bestimmung dieser Pflanzenreste kann zur Zeit ihre vollständige und genaue Vergleichung mit den Oeninger Pflanzen nicht vorgenommen werden. Was indessen Rassmossler (Beiträge zur Versteinerungskunde, 1tes Heft, 1840) über die fossilen Pflanzen der Süsswasserbildung von *Altsattel* im Egerthal mittheilt, veranlasste A. Braun (a. a. O. S. 22) auszusprechen, dass die Blätter von Altsattel nur unter den Pflanzen eines wärmeren Himmels ihre Verwandten finden möchten, und überhaupt die Flora

in Europa nur in einigen wenigen, meist kleinen und unscheinbaren Arten auftreten, dagegen in der Tropenwelt in einer Menge von Arten leben, welche sich durch Grösse und Farbenpracht auszeichnen. Diese Bubrestiden der Vorzeit haben ohne Zweifel die Wälder bewohnt, und ihre Larven haben, entsprechend denen der Jetzzeit, im Innern der Bäume gelebt. Sie waren damals offenbar die häufigsten Holzkäfer, wogegen in unserer Zeit die Bostrichiden die Hauptmasse der baumzerstörenden Käfer ausmachen. In den Tropengegenden überwiegen aber heute die Bock-Käfer noch die Bupresten in den Wäldern. Dieses zahlreiche Auftreten der Bupresten deutet ein Vorherrschen der Waldvegetation an.

Unter den Wasserkäfern Oeningens gehören die meisten den *Hydrophiliden*, den pflanzenfressenden Formen an. Ihre grossen merkwürdigen Formen haben nichts Aehnliches mehr auf Erden, und ein ganz eigenthümliches Oeninger Geschlecht (*Escheria* Heer) ist in der jetzigen Schöpfung ganz ausgestorben.

Von der Ordnung der *Gymnognaten* sind die *Libellen* für *Oeningen* charakteristisch; sie lebten daselbst so häufig, dass ihre Larven zu den gemeinsten Thieren der Ablagerung gehören. Auch heute tritt die Gattung Libellula in der Familie der Libellulinen in weit zahlreicheren Arten auf, als die beiden anderen Gruppen dieser Familie, die Agrionen und Aeschnen.

Von den *Termiten* (oder weissen Ameisen) kommen nur zwei Arten zu Oeningen vor, die viel grösser sind, als die derselben Abtheilung angehörigen und heute in Brasilien lebenden Arten. Die *Termiten* leben gegenwärtig, eine der grössten

dieser Süsswasserbildung unserer jetzigen Flora der gemässigten Himmelsstriche fremder ist, als die Oeninger, und also wohl älter, wärmer, tropischer.

Die *Conchylien* der böhmischen Süsswasserbildung sind endlich so sehr von den Oeningern verschieden, und eine grosse Zahl derselben stimmt so auffallend in Geschlechtern und zum Theil auch in Arten mit den Süsswasser- und Landconchylien der Mainzer *Miocän*-Bildung überein, dass wir diese böhmischen Ablagerungen wohl nur dahin einreihen können, ungeachtet ihre Fischreste mit denen der Oeninger *Pliocän*-Bildung so nahe übereinstimmen. (Vergleiche Dunker und Meyer, Palaeontographica Bd. 2. Heft 1.)

Plagen heisser Länder, in der tropischen und subtropischen Zone der alten und neuen Welt in grossen Gesellschaften beisammen, bauen sich künstliche Wohnungen, und ernähren sich von Pflanzenstoffen.

Aus der Zunft der *Orthopteren*, welche die ältesten bekannten Insekten umfasst, treten zu Oeningen vier Heuschrecken auf. In der Ordnung der *Fliegen*, welche in die Abtheilungen, *langhörnige* oder *mückenartige Fliegen*, und in *kurzhörnige*, *Kurzhörner* (Brachyceren) zerfällt, machen in der jetzigen Schöpfung die ersteren $^1/_7$, die letzteren $^6/_7$ der Arten aus; man kennt nämlich 1,161 Langhörner und 7,100 Kurzhörner. Zu Oeningen treten die Kurzhörner nur zu $^1/_5$ auf, während sie in der Jetzzeit $^6/_7$ der Fliegen ausmachen. Die Kurzhörner leben vorherrschend auf Blumen krautartiger Gewächse; sie sonnen sich auf den Blüthen der Dolden und Synantheren. Die *langhörnigen* oder *mückenartigen* Fliegen leben dagegen in Wäldern und Gebüschen, und treiben sich besonders gern an feuchten Orten umher. Ihre Larven leben theils im Wasser, theils in feuchtem Waldboden oder in faulem Holz, und gar viele in Fleisch-Pilzen. Das weist darauf hin, dass die Gegend, in der man sie fossil findet, meist mit Bäumen bedeckt war, und die vielen Pappeln, Weiden, so wie die Taxodien zeigen sumpfige Standorte an. Von den Fliegen-Arten, deren Larven in der Erde lebten, treten zu *Oeningen* besonders Arten von *Bibio* auf (Haarmücken); zahlreicher und mannigfaltiger an Formen, als in der Lebenwelt an irgend einer Localität von ähnlichem Umfang. Auch von dem *untergegangenen* Geschlecht *Protomyia*, das mit Bibio nahe verwandt ist, kommen zu *Oeningen* einige Arten vor, und eine Art des *brasilianischen* Geschlechtes *Plecia*. *Schmetterlinge* sind im *Oeninger* Mergel bis jetzt nur 2 Arten gefunden worden, wovon *Bombycites Oeningensis* der Gruppe der Noctuo-Bombyciden angehört, welche in Weiden uud Pappeln leben, die zu den häufigen Pflanzen *Oeningens* gehören. *Psyche Pinnella*, als Larvensack vorgekommen, der von Tann-Nadeln umgeben ist, welche das Thier zum Bau seiner Wohnung benutzt hat, fand in den vielen Nadelhölzern der Umgebungen des Wasserbeckens einen angemessenen Aufenthalt.

Die *Ameisen* gehören zu den häufigsten fossilen Thieren *Oeningens;* Osw. Heer hat davon 30 Arten unterscheiden

können. Heute hat ganz Europa nur 40 Arten. Unter den *Oeninger* fossilen Ameisen kommen fast alle Geschlechter der Gegenwart vor, und es befindet sich überdies darunter noch ein eigenthümliches Geschlecht, welches Heer *Imhoffia* nannte, das in der Jetzwelt nicht erneuert worden ist. Es bietet *Oeningen* in der That einen überraschenden Reichthum von Ameisen-Arten dar, wird darin nur von *Radoboj* übertroffen, und zeigt in Verbindung mit diesem, dass der Ameisen-Typus der Vorwelt in reicheren Formen entwickelt war, als in der jetzigen Schöpfung *). Da die Ameisen vorzüglich in trockenen Wäldern leben, so muss die weitere Umgebung des Oeninger Wasserbeckens, in welcher eine solche Masse von Ameisen wimmelte, ein in Ueppigkeit vegetirender trockener Urwald gewesen sein.

Im Bereiche der Molassebildung des Bodenseebeckens und an seinem Nordende liegt auch der gypsführende Süsswassermergel von *Hohenhöwen*. Er ist in beträchtlicher Höhe an der Nordostseite dieses hochaufsteigenden Basaltberges angelehnt, und durch den Einschluss der *Testudo antiqua* Bronn ausgezeichnet. Man kennt dieses locale Gebilde erst seit dem Erdrutsch, der sich hier 1816 ereignete und seine früher von Gebüschen und Wald überkleideten Schichten blos legte. Zu oberst liegen dunkle Basaltgeschiebe, als Decke der durch Farbe davon sehr verschiedenen Schichtenreihe, die mit einer tiefgelben Mergellage (1) beginnt. Darunter folgen (2) gelber Lehm und Mergel mit Schnüren und Trümmern von faserigem und späthigem Gyps. Unter diesen liegt (3) eine dichte 3 Fuss mächtige Gypsbank, und unter dieser (4) eine 2 bis 3 Fuss mächtige, grau-gelbe Mergellage mit Gypskrystallen und krystallinischen Gypsstücken. Diese Lage schliesst die Schildkrötenreste ein, deren wohl erhaltene Rücken- und Brustschilde eine genauere Bestimmung zuliessen **). Man hat

*) Vergleiche: Osw. Heer's Abhandlung: „Zur Geschichte der Insekten", im Jahrb. für Mineralogie 1850, S. 17 ff. und Heer's Insektenfauna der Tertiaergebilde von Oeningen und Radoboj, Abtheilung I. und II., so wie *Dessen* Mittheilungen hierüber im Jahrb. für Mineralogie 1847. S. 161 ff.

**) Bronn: Acta Acad. Leopold. 1832; Jahrb. für Mineralogie 1832. S. 116.

schon 10 bis 12 Exemplare bei einander liegend gefunden. Damit kommt eine *Helix* vor, der H. hortensis ähnlich, und Knochen von Wiederkauern, von welchen die grösseren dem *Palaeomeryx* angehören *). Die Unterlage der Schildkrötenschicht bildet eine 12 Fuss mächtige Gypsmasse (5) von solcher Festigkeit, dass ihre Gewinnung vermittelst der Sprengarbeit mit Pulver geschehen muss. Darunter folgt wieder (6) gelber und rother Lehm und Mergel, und darauf das Liegende (7) der Bildung, ein gelber Molasse-Sandstein mit einzelnen Zwischenlagen von Kalkconglomerat, der auf jurassischem Korallenkalk ruht. Derselbe Sandstein wird bei dem Dorfe *Welschingen*, am Fusse des darüber reichlich 800 Fuss aufsteigenden *Hohenhöwen*, als Baustein gebrochen. Es ist augenfällig, dass diese interessante Ablagerung durch den aufsteigenden Basalt aus ihrer ursprünglichen Lage gebracht und beträchtlich in die Höhe gehoben worden ist. Theile davon, welche an der Südwest- und an der Südseite des Berges in gleicher Höhe liegen, zeigen auch an, dass die grössere zusammenhängende Ablagerung bei der aufsteigenden Bewegung des Basaltes zertheilt worden ist. Als Theile derselben können wir wohl auch die Mergel und Tuffe an den Kegelbergen von *Mägdeberg* und *Hohenkrähen* betrachten, worin dieselbe Helix-Art liegt, welche die Schildkröten am *Hohenhöwen* begleitet **).

Im oberen Rheinthal gehört wohl der Süsswasserkalk des *Bastberges* bei *Buxweiler* hierher. Er zeichnet sich durch den Einschluss von *Lophiodon*-Resten aus (Lophiodon maximus Cuv. und Loph. secundus Cuv.), und eine grosse Menge von *Planorbis pseudammonius* Voltz und *Paludina Hammeri* Defr. Zu *Pechelbrunn* bei Lampertsloch tritt in der Fortsetzung des Molassezuges von Weissenburg und Wörth eine Ablagerung von Thon und Mergel auf, die untergeordnete Schichten eines durch Steinöl zusammengebackenen Sandes umschliesst, dessen

*) H. v. Meyer, im Jahrb. für Mineralogie 1845. S. 456.

**) Die reichste Sammlung von organischen Resten dieser Localität befindet sich im Naturalien-Cabinet des Fürsten von Fürstenberg zu Donaueschingen. Den Betrieb der Gypsgewinnung am Hohenhöwen führt der Müller *Honold* zu Engen, welcher alle dort vorkommenden Thierreste aufmerksam sammelt.

Mächtigkeit bis zu 4 Meter ansteigt. Aehnliche Lager kommen zu Sutz unterm Forst vor. Zu *Lobsann* ist der Sand durch Bergtheer verkittet. Man sieht hier von oben nach unten sandige eisenschüssige Thonmergel mit vielen dünnen Braunkohlenlagen und Ueberresten von Land- und Sumpfpflanzen, Süsswassermuscheln, Charafrüchten. In dieser Lage wurde das *Anthracotherium Alsaticum* Cuv. gefunden. Darauf folgen sandige Lagen und Sandsteinschichten, die von Bergtheer und Steinöl durchdrungen sind; darunter liegt ein Kiesel-Conglomerat, und zu unterst eine mächtige Masse eines thonigen und bituminösen Mergels von unbekannter Mächtigkeit. Die ganze Ablagerung hat bis 90 Meter Mächtigkeit *).

Auf der rechten Rheinseite liegt bei *Ubstadt* unterhalb Bruchsal eine beschränkte Ablagerung eines sandigen Süsswassermergels, der *Planorbis pseudammonius*, einen andern kleinen Planorben, Lymneen und Paludinen, Fischzähne und Fisch-Schuppen von Eckschuppern, Knochenfragmente eines Sauriers? einschliesst, und ohne Zweifel der Molasse-Zeit angehört.

Das bekannte *Bitumen* von *Seyssel* (Ain) kommt ebenfalls im Molasse-Gebiet vor, das dort von der Rhone durchbrochen ist. Es sind einzelne Mergel- und Sandsteinschichten ganz von Bitumen erfüllt. Die hier vorkommenden Petrefakten bezeichnen diese Ablagerung als eine meerische. Aehnlich ist das Vorkommen des Bitumens zu *Frangy* unfern Chambery. Dasjenige des Val de Travers im Neuschateller Jura gehört einer Mergel-Ablagerung der Molasse-Zeit an.

Die Schichten der Molasse-Formation sind in der Nähe der Alpen durchaus geneigt, und fallen nach Süden. An mehreren Punkten sind sie stark aufgerichtet, zuweilen senkrecht. In einiger Entfernung von den Alpen geht das südliche Fallen in ein nördliches über, und durch einen solchen Uebergang entsteht in der Gegend von Luzern eine fächerförmige Schichtenstellung. An vielen Stellen, zwischen den Alpen und dem Jura,

*) Voltz: Statistique minèralogique du Dep. du Bas-Rhin; *Hericart de Thury*, Notice sur les mines d'asphalt, de bitume et de lignite de Lobsann, Paris 1838.

liegen die Schichten auch horizontal, oder nur schwach geneigt.

Die beiden Hauptglieder der Formation, *Molasse* und *Nagelfluhe*, sind auf verschiedene Weise mit einander verbunden. In allen südlich eingesenkten hohen Nagelfluhe-Gebirgen liegt die Nagelfluhe in dicken Schichten auf dichter, grobkörniger oder fester Molasse, und wechselt an der Grenze längere Zeit hindurch in regelmässigen, gleichförmig dicken Lagen mit ihr ab. In der westlichen Schweitz ruht die Nagelfluhe, in der Tiefe gleichfalls öfters mit Molasse abwechselnd, auf der gemeinen Art dieses Gesteins, und die gemeine Molasse greift zum Theil selbst unter ihr durch. In den nördlich fallenden Nagelfluhe-Gebirgen bildet die Nagelfluhemasse ungeheure, stockförmige Einlagerungen in der Molasse, über die sie da, wo sie am mächtigsten ist, in der Höhe bedeutend hervorragt, während sich an den Seiten ihre Schichten theils mit abnehmender Mächtigkeit in der Molasse auskeilen, theils diese als kleinere stockförmige Lager umgeben.

Die Molasse-Formation erreicht in der Schweitz eine ausserordentliche Mächtigkeit, setzt grosse, ausgedehnte Gebirgsstöcke zusammen, und bildet lange Gebirgszüge, von welchen diejenigen, welche den Alpen näher liegen, meist noch einen Alpinischen Charakter tragen. Ihre Richtung ist die der anstossenden Kalkketten, mit denen sie durch stark erhöhte, sattelförmige Plateaus, oder durch hohe Querjoche zusammenhängen. Die Umrisse der Rücken, welche sich bis über 5000 Fuss erheben, sind ziemlich scharf, die dem niedrigen Lande zugekehrten Abhänge steil, nicht selten felsigt, oft auch durch Stufen unterbrochen, und an mehreren lassen sich die hervorragenden Schichtenköpfe, die zuweilen meilenweit gleichförmig fortsetzen, auch unter der Rasendecke erkennen. Der Abhang zeigt dann die Gestalt einer riesenhaften Treppe. Die südlichen Abfälle sind weniger geneigt, aber sehr uneben und buckelig. Grosse Querthäler spalten den mächtigen Molassedamm, welcher den Alpen vorliegt. Durch das Thal der *Rhone*, der *Saone* und der *Aar* werden die Alpinischen Gewässer dem ebenen Lande zugeleitet. Ausgezeichnet vor allen Nagelfluhebergen der Schweitz sind der vielgenannte *Rigi*, den jährlich Tausende von Reisenden aus allen Ländern Europa's besteigen, und der noch höhere *Speer* unfern Wesen. Ver-

einiget man ihre Nagelfluhe-Massen in eine Gruppe, so beträgt ihre Mächtigkeit mindestens 6000 bis 8000 Fuss. In der Nähe des Jura sind die Berge der Molasse weit niedriger; sie laufen in langen Zügen mehr jenem Gebirge parallel; die Schichten liegen häufig horizontal; an der Stelle der schmalen Rücken sieht man schwach gewölbte Plateaus, und labyrinthisch laufen in vielen Gegenden breite Rücken, Hügel und Platten durcheinander, von vielen Querthälern durchschnitten.

Molasse und Nagelfluhe lassen die Wasser ziemlich leicht durchziehen; die Zwischenlager von Thon, Mergel und fester Molasse aber hindern ihr tieferes Niedergehen, und leiten sie dem Tage zu. Die Formation ist desshalb reich an *Quellen*, und diese brechen insbesondere häufig an solchen Thalwänden hervor, deren Neigung mit dem Fallen der Schichten übereinstimmt. Vielfach sieht man daher Quellen auf der Grenze zwischen Molasse und Nagelfluhe hervorkommen. Das Quellwasser ist im Allgemeinen kalkhaltig, und enthält gemeiniglich auch Talkerde und Eisenoxydul, vermittelst Kohlensäure gelöst. Kleine Quantitäten von Kochsalz und Glaubersalz oder Bittersalz fehlen fast nie. Häufig ist auch Gyps vorhanden, und nicht selten etwas Schwefelwasserstoff, ein Produkt der Zersetzung schwefelsaurer Salze. Stärkere Mineralwasser und Thermen fehlen. Die Quellen, welche als Gesundbrunnen benützt, oder zu Bädern angewendet werden, sind entweder schwache Eisenwasser, wie *Luxburg* unfern Constanz, *Ueberlingen* am Bodensee, oder Schwefelwasser.

Der Agricultur ist der Molasseboden im Allgemeinen günstig, und es gedeihen in ihm alle Arten von Pflanzungen, die das Klima erlaubt, wenn eine verständige Landwirthschaft getrieben wird. Die fetten Alpweiden des Appenzeller Landes, die fruchtbaren Kornfelder des Aargaus, die schönen Gemüseländer und Obstbäume des Thurgaus, die köstlichen Reben von La Cote, stehen auf Molasseboden. Ganz ausserordentlich sind die Zuwachsverhältnisse der Holzpflanzen auf dem Molasseboden. Kräftige Tannen- und Buchwälder bekleiden die Rücken und Abhänge.

Die Molasse-Formation begleitet die Alpen in ihrer ganzen Erstreckung auf der nördlichen Seite. Oestlich zieht sie sich durch ganz Süd-Baiern, Oberösterreich, Steiermark, und er-

scheint weiterhin im Südosten von Europa, nach H. Boué *), am Rande aller grossen Gebirgsketten, in Mähren, Galizien, Ungarn und Siebenbürgen.

An der Nordseite des Molasse-Zuges, der vom Bodenseebecken östlich durch Oberschwaben und Südbaiern fortsetzt, liegen, zum Theil im Jura, beschränkte und vereinzelte Kalk- und Mergelbildungen, die durch die darin liegenden organischen Reste sich als Molasse-Theile zu erkennen geben. Dem Bodensee zunächst liegt von diesen die durch den Einschluss der *Melania Escheri* Brongn. ausgezeichnete Kalktuff-Ablagerung des *Thalsberges* bei *Engelwies* unfern *Mösskirch*. Dieser Tertiaertuff ist von ungewöhnlich dichter Beschaffenheit, sehr hart, und wird in der Gegend zu Feldmarken verwendet, wozu kein anderes Gestein in weitem Umkreise so tauglich ist.

Die interessanteste dieser vereinzelten Ablagerungen ist der Süsswasserkalk von *Steinheim* auf der schwäbischen Alb. Eine Stunde von *Söhnstetten* gelangt man durch das *Stubenthal* in das Becken von *Steinheim*. Seiner Mündung gegenüber erhebt sich ein Hügel von etwa 150 Fuss Höhe, um dessen Gipfel steile, nackte Felsenwände von Süsswasserkalk stehen. Die unterste Schicht dieser Felsenwand besteht aus einem schieferigen, ockergelben Kalkmergel, auf dessen Ablösungs-Flächen schön erhaltene, gelbe und braune Fisch-Skelette liegen, welche von *Leuciscus Hartmanni* Ag., *Leuciscus gracilis* Ag., *Tinca microptera* Ag. abstammen. Auch wurden hier Reste von *Palaeomeryx Scheuchzeri* gefunden. Darüber treten dünne Lagen von mergeligem Kalk und Sand auf, die mehrfach wechseln, und Land- und Süsswasser-Conchylien einschliessen. Im Innern des grau-gelben, plattenförmigen Mergels findet man sie nur sparsam; an ihrer Oberfläche dagegen, auf den Schichtungsflächen liegen sie gewöhnlich dicht gedrängt, so dass die ganze Fläche davon bedeckt ist. Stellenweise findet man sie in Knollen und Knauern zusammengebacken. Die Conchylien sind meistens im Innern leer; bisweilen aber auch mit Kalkspath ausgefüllt. Sie sind: *Helix insignis* Schübler, unserer Gartenschnecke nahestehend, mit zierlich nach Aussen geschweiftem Mund; *Helix sylvestrina* Zieten, *Helix rugulosa* v. Marten's, *Pupa antiqua* Zieten,

*) Geognostisches Gemälde von Deutschland.

Planorbis pseudoammonius VOLTZ, *Plan. imbricatus* MILLER, *Plan. hemistoma* SOWERBY, *Lymneus socialis* SCHÜBLER, *Lymneus striatus* SCHÜBL., *Paludina multiformis turbiniformis* SCHÜBL. (L. v. BUCH sieht die Paludina für eine *Valvata* an; Jahrb. für Mineralogie 1837, S. 98), *Paludina multiformis trochiformis* SCHÜBL., *Paludina multiformis intermedia* SCHÜBL., *Paludina multiformis planorbiformis* SCHÜBLER, *Paludina globulus* DESHAYES. Damit kommen Reste vor von *Palaeotherium magnum*, *Rhinoceros*, *Reh*, *Hirsch*, *Pferd*, *Schildkröte* und von *Sauriern*.

Weiter östlich trifft man unweit Nürnberg die *Süsswasser-Bildung* von *Georgens-Gemünd*. Da wo sich die schwäbische und die fränkische Rezat mit der Rednitz vereinigen, liegen die drei Dörfer Peters-, Friedrichs- und *Georgens-Gemünd*. Davon 1/4 Stunde entfernt erhebt sich am rechten Ufer des Steinbacher Bächleins eine isolirte kegelförmige, oben abgeplattete Anhöhe *Bichl* genannt, etwa 150 Fuss über den Thalgrund, welche dem tertiaeren Becken Mittel-Baierns angehört. Das horizontal liegende, dünn geschichtete Gestein besteht oben aus einem zerreiblichen ockerigen Kalkstein mit Zellen und Kalkspath-Adern, worin viele Thierknochen eingeschlossen sind, und einzelne Steinkerne von Lymneus und Helix. Damit wechsellagern öfters dünne Schichten, die fast nur aus Aesten, Zweigen und Blättern dikotyledonischer Gewächse bestehen. Tiefer ist der Kalkstein, fester, dichter, in unregelmässige, mächtigere Bänke abgetheilt, worin namentlich die Steinkerne genannter Conchylien liegen. Durch bis 20 Fuss tiefe Steinbrüche ist die Ablagerung aufgeschlossen. Das Liegende dieser berühmten Ablagerung bildet wohl der in der Gegend herrschende Keupersandstein.

Die Knochen sind oftmals abgerieben, wie durch Wasser-Transport. Die Thiere, denen sie angehören, sind:

Mastodon angustidens CUV.	Palaeomeryx Bojani MEY.
„ Arvernensis.	„ Kaupii MEY.
Dinotherium bavaricum MEY.	„ pygmaeus MEY.
Hyotherium Soemmeringii MEY.	Ursus.
Rhinoceros incisivus CUV.	Canis? Diesem ähnlicher Fleisch-
„ Schleiermacheri KAUP.	fresser.
Palaeotherium Aurelianense CUV. (In Menge, und nur diese Art.)	Emys striata MEY. *)

*) H. v. MEYER: Die fossilen Zähne und Knochen und ihre Ab-

Auf der mittleren schwäbischen Alb liegt am Fuss des *Bussen* bei *Riedlingen* ein Süsswasserkalk, worin die Reste eines *Hyotherium* liegen, das zwischen H. medium und H. Soemmeringii in der Mitte steht, und Reste einer eigenthümlichen Schildkröte, welche H. v. MEYER *Palaeochelys Bussenensis* nennt *). Der Süsswasserkalk des *Michelsberges* bei *Ulm* enthält Reste von *Rhinoceros incisivus? Hyotherium medium* MEY. und *Tapirus helveticus* MEY. **)

„Von gleichem Alter und gleicher Bildung mit *Oeningen*" sagt BRONN (Geschichte der Natur Bd. III., Theil 2, S. 794) ist *Parschlug* in Steyermark. Es liegt in dem 8 Meilen langen aus NO. nach SW. sich erstreckenden *Wurz*-Thal, das nirgends über 1/2 Meile breit von hohen Bergen der Schieferformation eingeschlossen ist, die bis zu 4000 und 6000 Fuss ansteigen. Dieses Thal war in der Tertiaerzeit wahrscheinlich am unteren Ende geschlossen und von einem See eingenommen, in welchem sich Süsswasser-Schichten absetzten, in die Schalen von *Unio* und *Cypris*, Insekten und Pflanzen, so in das Wasser fielen, eingeschlossen worden sind. Die Schichtenreihe ist von oben nieder folgende: ***)

1) Dammerde.	
2) Gelblich-weisser Mergelschiefer	einige Lachter.
3) Harter Mergelschiefer mit Thoneisenstein, worin die am besten erhaltenen Blätterabdrücke liegen	5".
4) Grüner weicher Schieferthon	7'.
5) Schwarzbrauner Schieferthon mit Blätterabdrücken	dünne Lage.
6) Pech- und Schieferkohle (Braunkohle)	7'.
7) Walkerde	dünne Lage.
8) Dunkle Braunkohle	3'.
9) Mergelschiefer	6'.
10) Fester Mergelschiefer	dünne Lage.
11) Schieferthon	9'.
12) Dunkle Braunkohle	2'.

lagerung in der Gegend von Georgens-Gemünd in Baiern. Untersucht und abgebildet. Frankfurt 1834, 4° mit 14 Tafeln, und Jahrb. für Mineralogie 1834, 1835, 1844.

*) Jahrbuch für Mineralogie 1847, S. 455.

**) H. v. MEYER, im Jahrbuch für Mineralogie 1849.

***) UNGER: Die fossile Flora von *Parschlug* (Steyermärkische Zeitschrift, IX. Jahrg., 1. Heft), Jahrb. für Mineralogie 1848. S. 505 ff.

13) Fester Mergelschiefer mit Süsswasser-Muscheln 8'.
14) Dunkle schieferige Braunkohle auf Schieferthon und Sand 6'.
15) Feinkörniger Quarz-Sandstein, von unbekannter Mächtigkeit.

Die Schichten sind unter 22° in h 9½ geneigt. Die Pflanzenreste bestehen in Blättern, Knospen-Schuppen, geflügelten Samen und Früchten, Hülsen und anderen Frucht-Theilen, entblätterten Zweigen, Rinden-Stücken, selten Nuss- und Stein-Früchten, Blüthen-Kätzchen und Samen. Es sind herbstliche Abfälle einer Waldvegetation, die fast nur auf Bäume und Sträucher hindeutet, zu welchen sich auch Pflanzen gesellten, die an sumpfigen Waldstellen können gelebt haben. Wasserpflanzen fehlen. Die Mannigfaltigkeit der Pflanzenreste in den nahe über einander liegenden Schichten (5) und (3) führte Unger zu der Annahme, dass sie bald nach dem Abfalle durch die Anschwellung eines Stromes von weit ausgedehntem Gebiet (denn auf kleinen Flächen sind so viele Holzarten nicht beisammen) aufgenommen, mit *sanftem* Gefälle fortgeführt und in dem See mit dem zugeflössten Schlamm abgesetzt worden sind. Die Menge von immergrünen Laubhölzern neben solchen mit häutigen Blättern deutet auf ein Klima von 12° bis 17° C. Mitteltemperatur; da aber noch keine Palmen darunter sind, welche mindestens eine Mitteltemperatur von 15° C. verlangen, so mag das Klima von *Parschlug*, das heute eine Mitteltemperatur von 9° C. hat, zur Zeit des Absatzes obiger Schichten, eine Mitteltemperatur von 12° bis 15° C. gehabt haben. Dies entspricht heute dem Klima der Küstenländer des mittelländischen Meeres (45° bis 52° nördlicher Breite) und dem Klima Südvirginiens in Nordamerica (37° bis 43° nördl. Br.).

Ihrem speziellen Charakter nach stimmt nach Unger die fossile Parschlug-Flora mit derjenigen der *südlichen* Theile *Nordamericas* und mit der Flora von *Hoch-Mexico* überein. Unter 67 Sippen gehören zwar über 40 der alten und neuen Welt zugleich an; ausschliesslich der alten gehören aber nur an *Paliurus*, *Ziziphus* und *Celastrus;* dagegen leben *Taxodium*, *Liquidambar*, *Comptonia*, *Achras*, *Prinos*, *Nemopanthes*, *Ceanothus*, *Smilax*, *Robinia* und *Amorpha* nur in der neuen Welt. Die Anzahl Arten, welche ihre nächsten Verwandten am Mittelmeer haben, erreicht nur die Zahl 12, während der mit Americanern verwandten Arten über doppelt so viel und in Menge der Exemplare vorherrschend sind. Einige dieser Pflanzenreste sind von entsprechenden Theilen lebender Pflanzen nicht zu unterscheiden. Dies stimmt damit überein, was man in dieser Beziehung bei den Conchylien und auch bei den Säugethieren der Tertiaerschichten bis jetzt beobachtet hat.

In der Braunkohle von *Parschlug* ist auch ein Zahn von *Mastodon angustidens*, von dem *Oeninger* Pachyderm, gefunden worden, und eine Anzahl Insekten.

Nächst *Parschlug* kommen noch an einigen anderen Orten fossile Pflanzen vor, wie zu *Aflenz* und *Turnau*, an welch letzterem Orte *Dorcatherium Naui* (?) gefunden worden ist, zu *Winkel*, *Hauenstein*, *Judenburg* und *Leoben*, die jedoch wenige wohlerhaltene Arten, und darunter nur sehr wenige mit denen von *Parschlug* identische geliefert haben. Darnach könnte man annehmen, dass gleichzeitig mit der Parschluger Flora in jener Gegend verschiedene davon mehr oder weniger abweichende Floren bestanden haben. UNGER hat mit der Aufzählung der fossilen Flora von *Parschlug* die Angaben der an oben genannten Orten gefundenen Pflanzen verbunden und noch einige andere Oertlichkeiten damit in Parallele gezogen. Wir theilen UNGER's Angaben vollständig mit, mit Ausnahme der oben schon aufgeführten eigenthümlichen Pflanzen von *Oeningen*. Das grosse geologische Interesse, das eine solche vergleichende Darstellung hat, verlangt die vollständige Mittheilung der vortrefflichen Arbeit. In der hier unten folgenden Aufzählung der fossilen Flora *Parschlugs* hat UNGER die neuen Arten, welche nicht schon von A. BRAUN, AD. BRONGNIART oder in seiner Chloris protogaea beschrieben worden sind, mit einem n (nova species) bezeichnet *). Andere Localitäten sind durch beigesetzte Zahlen angedeutet: 1 = *Bilin*, 2 = *Radoboj*, 3 = *Haering* in Tyrol, 4 = *Aflenz* und *Turnau*, 5 = *Winkel* bei Parschlug, 6 = *Hauenstein*, 7 = *Judenburg*, 8 = *Leoben*. Ein in Parenthese stehendes m zeigt die nahe Verwandtschaft der fossilen Art mit einer lebenden mittelmeerischen an, ein a dasselbe in Bezug auf eine americanische Art.

Fungi.

Xylomites maculatus n.
" tuberculatus n.
Sphaerites punctiformis n.
" disciformis n.

Musci.

Muscites Schimperi n.

Filices.

Adiantum renatum U. (m).
Pteris Parschlugiana U. (m).

Gramineae.

Culmites arundinaceus n. 4. 7.

Smilaceae.

Smilacites sagittata U. (a).

Cupressineae.

Juniperites baccifera U. 1. 7. (m).
(Widdringtonites Ungeri ENDL.).
Thuites callitrina U. 1. 2. 3. (m).
(Callitrites Brongniarti ENDL.).
Taxodium Oeningense U. 1. 4. 5. 8.
(Taxodites Oeningensis ENDL.).
Taxodites pinnatus U. 1. (a).
(Taxodites dubius STERNB.).

Abietinae.

Pinites Oceanines n.
" balsamodes n. (a).
" leuce n. (a).
" furcatus n.
" hepios n. (a).
" centrotus n. (a).
" Goethianus n.

Myriceae.

Comptonia ulmifolia n.
" laciniata n.
Myrica deperdita n. 2.

*) Die genaue Beschreibung der Sippen, Geschlechter und Arten hat UNGER in seinem classischen Werke: Genera et species plantarum fossilium, Vindobonae 1850, gegeben.

Betulaceae.

Betula Dryadum AD BRONGN. 2.

Cupuliferae.

Quercus lignitum U. (a).
„ aspera U. (m).
„ serra U. (m).
„ Hamadryadum U. (a).
„ chlorophylla U. (a).
„ Daphnes U. (a).
„ elaena U. (a).
„ Drymeia U. (a).
„ Mediterranea U. (m).
„ Zoroastri n. (m).
„ cyclophylla n.
„ myrtiloides n. (a).
Carpinus macroptera AD. BRONGN. 2.
„ oblonga n.

Ulmaceae.

Ulmus quercifolia U.
„ plurinervis U.
„ Zelkovaefolia U.
„ Bronni U. 1.
„ praelonga n.

Celtidae.

Celtis Japeti n.

Balsamifluae.

Liquidambar acerifolium U.
„ Parschlugianum U.
„ protensum n.

Salicineae.

Populus gigas n.
„ Aeolis n.
„ ovalifolia 8. (a).

Laurineae.

Daphnogene cinnamomeifolia n.

Oleaceae.

Fraxinus primigenia n.

Sapotaceae.

Sideroxylon hepios.
Achras lycobroma n.

Styraceae.

Symplocos dubius n.
Styrax borealis n.

Ericeae.

Rhododendron flos Saturni n.
Azalea hyperborea n.
Andromeda glauca n.
Vaccinium vitis-Japeti n.
„ icmadophilum n.
„ myrsinites n.
„ chamaedrys n.
Ledum limnophilum n.

Corneae.

Cornus ferox n.

Acerinae.

Acer pseudo-monspessulanum U. 4. (m).
Acer productum 1. (a).
„ pseudocampestre.
„ trilobatum AD. BRONGN. 1. 7. 8.

Sapindaceae.

Sapindus Pythii n.

Celastrineae.

Celastrus europaeus n.
„ cassinefolius n.
Evonymus Latoniae n.

Ilicinae. U.

Ilex Sphenophylla U. (a).
„ stenophylla U. (a).
„ Parschlugiana U. (a).
„ ambigua U.
„ cyclophylla n.
Prinos europaeus n.
Nemopanthes angustifolius n.

Rhamneae.

Paliurus Favonii U. (m).
Zizyphus tremula n.
„ protolotus n. (m).
Ceanothus Europaeus U.
Rhamnus aizoon U.
„ aizoides n.
„ degener n.
„ pygmaeus n.

Juglandeae.

Juglans melaena n. (a).
„ quercina n.
„ elenoides n. (a).
„ hydrophila n. (a).

Anacardiaceae.

Rhus cuneolata n.
„ nitida n.
„ triphylla n.
„ elaeodroides n.
„ Zanthoxyloides n.
„ Herthae n. (a).
„ Napearum n.

Myrtaceae.

Myrtus miocenica n. 2.

Pomaceae.

Pirus Theobroma n.
„ Euphemes n.
„ minor n.
Crataegus Oreonis n.
Cotoneaster Andromedae n.

Rosaceae.

Rosa Penelopes n.
Spiraea Zephyri n.

Amygdaleae.

Prunus paradisiaca n.
„ Euri n. (a).
„ theodisca n.
„ Atlandica n.
Amygdalus querculus n.
„ pereger n.

Papilionaceae.

Robinia Hesperidum n. (a).
Amorpha Styriaca n.
Glycirrhiza Blandusiae n.
Citisus Dionysi n.
Bauhinia Parschlugiana n.
Phaseolites orbicularis n.
„ serrata n.
„ physolobium n.
„ securidaea n.
Cassia ambigua n.
„ hyperborea n.
Cassia petiolata n.
„ Memnonia n.

Arten von anderen Fundstätten des Mürz-Thales:

Polypodites Styiacus U. 5.
Pitys Haidingeri n. 8.
„ Hampeana U. 6.
(Pinites Hampeana Göp.).
Taxites Rosthorni n. 8.
Fagus Deucalionis n. 6.
Ulmus longifolia n. 6.
? Nyssa 6.
Carpinus betuloides n. 7. 8
Ceanothus polymorphus A. Braun. 7. 8.
Fagus castaneaefolia n. 7. 8.
„ Feroniae n. 8.
Salix tenera A. Braun. 7. 8.
„ ovalifolia n. 6.
„ capreaeformis A. Braun 7.
Diospyros brachysepala A. Braun. 8.
Juglans latifolia 8.
Alnus gracilis n. 8.
Dombeyopsis borealis n. 8.

Von den 141 fossilen Pflanzenarten *Parschlugs* sind 21 mit *Oening'schen* identisch. Die Uebereinstimmung in den Geschlechtern Taxodium, Smilax, Comptonia, Liquidambar, Ceanothus, welche ganz der neuen Welt angehören, ist auffallend. Es fehlen aber *Parschlug* die zahlreichen Salicineen und Ahorne *Oeningens*; dagegen ist es reicher an Ilex-, Juglans-, Quercus- und Rhus-Arten und an Geschlechtern der Papilionaceen. Auch unterscheidet es sich durch seine Amygdaleen und Pomaceen. Bei diesen Verschiedenheiten ist die Zahl der Arten an beiden Orten doch gleich-gross und sind die Verwandtschaften mit mittelmeerischen und americanischen lebenden Arten dieselben. Die hervortretenden Verschiedenheiten erklären sich wohl aus der sehr verschiedenen Beschaffenheit beider Localitäten zur Zeit der Bildung ihrer Schichten. *Oeningen* gehört entschieden mit der *Molasse* der *alt-pliocänen* Periode an; *Parschlug*, wie Bronn (siehe oben S. 990) sehr bestimmt ausspricht, damit von gleichem Alter und gleicher Bildung, kann somit nicht zu den *miocänen* Schichten gezählt werden, wohin es Unger stellt.

Auch die Insekten der *Parschluger* Schichten stimmen in den Geschlechtern und zum Theil in den Arten mit den Insekten *Oeningens* überein. Osw. Heer führt davon (Insektenfauna von *Oeningen* und von *Radoboj*) folgende auf:

Hydrophilus carbonarius.
(Aus der Braunkohle).
Melolonthites Parschlugiana.
„ Kollari.
Heterogamia antiqua.
(Das Geschlecht lebt heute in Syrien, Egypten und auch in Südeuropa).
Locustites maculata.
Vespa atavina.
Formica occultata Parschlugiana.
(Uebereinstimmend mit F. occ. von Oeningen).
Ponera crassinervis.
Myrmica obsoleta.

Myrmica aemula.
Sciophila vetusta.
Protomyia jucunda Parschlugiana.
(Uebereinst. mit P. juc. v. Oeningen).

Die Braunkohlen-Bildung von *Haering* in Tyrol liegt unverkennbar im Molasse-Gebiete. Sie ist genau von v. Flürl (Leonhard's Taschenbuch für Mineralogie, Jahrg. 1820) beschrieben worden. In der Braunkohle kommen Schalen von *Cyclas* vor. Darüber liegen die mergeligen Schiefer mit vielen Pflanzenresten, und hierauf folgt eine Mergel-Bildung mit vielen *Meer*-Conchylien, unter denen *Rostellaria pes pelecani* am häufigsten vorkommt. (Graf zu Münster, im Jahrb. für Min. 1838, S. 53). Die hier gefundenen Palmenreste bestehen aus *Wedeln*. Es sind *Flabellaria*-Arten mit fächerförmigen Blättern und Arten von *Phoenicites* mit gefiederten Blättern und parallelen äusserst zarten Nerven der Blättchen. Als Begleiter der Palmen treten auf: Laurineen (Laurus), Myriceen, Melastomaceen, Leguminosen, Coniferen (Araucarites Göpperti Unger, Cupressitides taxiformis, Thuytides callitrina, Juniperites, Thuya nudicaulis etc.), Amentaceen, Apocyneen, Verbenaceen, Acerineen, Anacardiaceen, Xanthoxyleen, und zwar in Formen, welche theils den Wendekreisen, theils den mildesten Gegenden ausserhalb derselben angehören *).

Das Mergelgebilde von *Radoboj* bei Krapina in Croatien enthält nach Unger im Wesentlichen die gleiche *fossile Flora*, und ist bis jetzt die reichste Fundstätte **) *fossiler Insekten*. Das Gebilde liegt am Fuss der Berge in der Niederung über dem Leitha-Kalk. Als vor längeren Jahren einmal auf der Erde, die bei einem Hausbau war ausgegraben worden, ein Feuer angemacht wurde, fing die Erde zu brennen an, und dies führte zur Entdeckung des reichen Schwefelgehaltes der Ablagerung. Sie besteht nach Unger aus einem schieferigen Kalkmergel, der das sanft nach S. verflächende *Schwefel-Flötz* umschliesst. Dieses besteht aus 3 Abtheilungen. Die obere ist 1 bis 2 Fuss mächtig, und enthält den reinsten Schwefel, der nur mit 0.10 Thon gemengt ist, in Faust- bis Kopf-grossen Kugeln und Nieren. Die mittlere Abtheilung bildet ein nur 1 Fuss mächtiger Kalkmergel-Schiefer; dieser aber umschliesst einen ausserordentlichen Reichthum von fossilen *Pflanzen* und *Insekten*. Die untere Abtheilung ist wieder ein mit Schwefel gemengter Kalkmergel von 1 Fuss Mächtigkeit. Der Schwefel dieser Lage ist aber sehr unrein.

*) Siehe: Unger, über die fossilen Palmen, in v. Martius Werk: Genera et species Palmarum Brasiliensium, II. Kap. der Einleitung; daraus in Münchn. gelehrte Anz. 1846, XXII., und im Jahrb. für Min. 1848. S. 115.

**) v. Rosthorn: Beschreibung der geogn. Verhältnisse der Umgebungen von Radoboj, im Bullet. geol. vol. III. p. 299. Unger: Geogn. Beob. in Steyermark und Croatien, Jahrb. für Min. 1840, S. 726 und Chloris protogaea.

Radoboj bietet mit *Oeningen* die schönste und reichste fossile *Insekten-Fauna* dar. Schon hat HEER 443 species von diesen Localitäten beschrieben, und noch verspricht er uns in einer dritten Abtheilung seiner vortrefflichen „*Insekten-Fauna* von *Oeningen* und *Radoboj*“ einen reichen Nachtrag. Die schon beschriebenen Arten von *Radoboj* sind:

Harpaliden.
Harpalus tabidus H.

Dytisciden.
Colymbetes Ungeri H.

Omaliden.
Omalium protogaea H.

Silphiden.
Silpha obsoleta H.

Nitiduliden.
Nitudula radobojana H.
Amphotis bella H.

Hydrophiliden.
Hydrobius longicollis H.

Telephoriden.
Telephorus tertiarius Radobojanus H.
(subspecies v. Tel. tert. Oeningensis).

Cantlhariden.
Meloe Podalirii H.

Lamiarien.
Acanthoderes Phrixi H.
Saperda Absyrti H.

Attelabiden.
Curculionites Redtenbacheri H.

Locustarien.
Gryllacris Ungeri H.
„ Charpentieri H.

Acridoideen.
Oedipoda melanosticta CHARP.
„ nigro-fasciolata H.

Termiten.
Termes procerus H.
„ Haidingeri H.
„ pristinus CHARP.
„ obscurus H.
„ croaticus H.

Libellulinen.
Agrion coloratum H.
Aeschna metes H.
Cordulia platyptera H.

Panorpinen.
Bittacus reticulatus H.

Megalopteren.
Myrmeleon reticulatum CHARP.

Bienen.
Bombus grandaevus H.

Ameisen.
(Vorherrschend mit 37 Arten).
Formica obesa Radobojana H.
„ pinguis Radobojana H.
(Beide Species haben ihre Analoga zu *Oeningen*).
Formica indurata H.
„ pinguicula Radobojana H.
(Hat ihre entsprechende Art zu *Oeningen*).
Formica obscura H.
„ longiventris H.
„ obtecta H.
„ ophthalmica H.
„ macrocephala Radobojana H.
(Hat ihre entsprechende Art zu *Oeningen*).
Formica Ungeri H.
„ Redtenbacheri H.
Subspecies Form. Redtenb. neutra H.
Formica globularia H.
„ longaeva H.
„ ocella H.
„ occultata H.
„ longipennis H.
„ minutula H.
„ pumila H.
„ Imhoffii H.
„ Schmidtii H.
„ obvoluta H.
„ acuminata H.
„ oculata H.
„ atavina H.
„ obliterata H.
Ponera fuliginosa Radobojana H.
(Hat ihre entsprechende Art zu *Oeningen*)
Ponera affinis H.
„ croatica H.
„ nitida H.
„ elongatula H.

Myrmiciden.
Attopsis longipennis H.
„ anthracina H.
„ nigra H.

Myrmica tertiaria Radobojana H.
(Hat ihre entsprechende Art zu *Oeningen*).
Myrmica Bremii H.
„ Jurinei H.
„ pusilla H.

Ichneumoniden.

Ichneumon longaevus H.
Acoenitus lividus H.
Hemiteles fasciata H.

Schmetterlinge.

Vanessa atavina H.
„ Pluto H
Pierites Freyeri H.
Noctuites Haidingeri H.
„ effosa H.
Phalaenites crenata H.
„ obsoleta H.

Federmücken.

Chironomus sepultus H.

Erdmücken.

Tipula maculipennis H.
„ aemula H.
„ varia H.
„ lineata H.
„ obtecta H.
„ Ungeri H.
Rhipidia extincta H.
„ picta H.
„ propinqua H.
Limnobia formosa H.
„ cingulata H.
„ tenuis H.
„ vetusta H.
„ debilis H.

Pilzmücken.

Mycetophila pulchella H.
„ nana H.
„ amoena H.
„ antiqua H.
„ nigritella H.
„ latipennis H.
„ pumilio H.

Sciara hirtella H.
„ acuminata H.
„ minutula H.

Blumenmücken.

Rhyphus maculatus H.
Plecia lugubris H.
Bibio giganteus Unger.
„ lineraris H.
„ Partschii H.
„ gracilis Unger.
„ Ungeri H.
„ maculatus H.
„ pinguis Radobojanus H.
(Hat ihre entsprechende Art zu *Oeningen*).
Bibio incrassatus H.
„ morio H.
„ enterodelus Unger.
„ lividus H.
„ firmus H.
Bibiopsis cimicoides H.
„ Murchisoni H.
„ brevicollis H.
Protomyia lygaeoides H.
„ longa H
„ anthracina H.
„ latipennis H.
„ Bucklandi H.

Raubfliegen.

Asilus bicolor H.
Leptogaster Hellii Unger.

Syrphiden.

Syrphus Haidingeri H.
„ Freyeri H.
„ geminatus H.
„ infumatus H.

Musciden.

Anthomyia atavina H.
„ latipennis H.
„ morio H.
Cordylura vetusta H.
Psilites bella H
Tephritis antiqua H.
Agromyza protogaea H.
Dipterites obsoleta H.

Unter den Insekten-Arten von *Radoboj* und *Oeningen* finden sich alle 7 Insekten-Ordnungen der jetzigen Schöpfung; jedoch in anderen Zahlen-Verhältnissen als in der jetzigen Welt. In dieser machen die Ametabolen etwa 0.10, die Metabolen 0.90 aus. Von den Arten dieser beiden Localitäten gehören 124 zu den Ametabolen und 319 zu den Metabolen; jene machen also mehr als $^1/_3$ aus. Es waren somit in derjenigen Periode der Tertiaerzeit, wozu *Oeningen* und *Radoboj* gehören, die Ametabolen-Insekten verhältnissmässig immer noch viel zahlreicher, als

die Metabolen, wenn gleich nicht mehr in demjenigen Maasse, das sich in den älteren Schichten zeigt. Von den Ametabolischen Insekten (Insekten mit unvollkommener Verwandlung) treten zu *Radoboj* besonders zahlreich die *Termiten* auf. Unter den Insekten mit vollkommener Verwandlung (Metabolen) erscheinen insbesondere die *Bibionen*, deren Larven in der Erde lebten, in grosser Menge. Von *Schmetterlingen*, die in den älteren Tertiaerschichten theils ganz fehlen, theils nur selten vorkommen, sind zu *Radoboj* bereits 7 Arten, mehr als irgendwo, gefunden worden. Ganz besonders häufig lebten aber dort die *Ameisen*, die weitaus die Mehrzahl der Radobojer fossilen Thiere ausmachen. Osw. HEER sagt in dieser Beziehung von *Radoboj* *): „Ich habe von da Steine, welche ganz mit Ameisen bedeckt sind, und zwar liegen merkwürdiger Weise öfters mehrere Arten durch einander auf demselben Steine. Was muss dies für eine reiche üppige Vegetation gewesen sein, welche eine solche Masse von Ameisen, so viele Termiten und Heuschrecken zu ernähren vermochte, und was für ein Gewimmel und Leben in diesem Urwald?"

So ähnlich aber auch die fossilen Insekten von *Oeningen* und *Radoboj* immerhin den jetzt lebenden Arten sein mögen, so stimmen sie mit diesen doch nicht überein, und sind ohne alle Ausnahme insgesammt davon verschieden. Es ist also eine ausser allen Zweifel gesetzte Thatsache, dass die ganze Insekten-Schöpfung der alt-pliocänen Tertiaerzeit vor der Erschaffung der Jetzt lebenden untergegangen ist. Nur was in den Steinschichten davon begraben und dadurch aufbewahrt worden ist, gibt Uns jetzt Kunde von diesem eigenthümlichen Leben der Urwelt.

BOUÉ **) vergleicht mit *Oeningen* und *Radoboj* die mergelige Insekten und Fischreste führende Susswasser-Ablagerung von *Nicolschitz* in Mähren, und auch die Süsswasser-Mergel von *Siena*, welche mit meerischen Schichten wechsellagern und von Braunkohlen begleitet sind. Siehe oben S. 904.

Die östliche Fortsetzung des Molassezuges wird in *Südbayern*, *Salzburg* und *Oberösterreich* an ihrer Aussenseite gegen die Niederungen hin, welche die grösseren Alpen-Gewässer durchziehen, von Diluvial-*Conglomeraten* begleitet, welche man von der Molasse-*Nagelfluhe* wohl unterscheiden muss, mit der sie viele Aehnlichkeit haben. Sie ziehen sich längs der *Salza* in der Salzburgischen Ebene hin, an der *Saal* und *Ulm* bei Berchtesgaden, an der *Traun* von Altenmarkt bis Ilsenbach, längs der österreichischen *Traun* von der

*) Zur Geschichte der Insekten, im Jahrb. für Min. 1850. S. 17 ff.
**) Geognostisches Gemälde von Deutschland 1829. S. 401.

Donau her bis zum *Wolfgang-See* und bis *Ischel* und *Aussee*, und begleiten die *Salza* und *Ens* in Oesterreich bis zu ihrem Einfluss in die Donau. In keinem anderen Theile Deutschlands sind diese der Diluvialzeit angehörenden Conglomerate in solchem Maasstabe und in solcher Ausdehnung zu sehen *).

Wahrscheinlich gehören der Bildungszeit dieser Conglomerate, und nicht der Molasse, auch die Ablagerungen von bituminösem Holz an, die im Salzburgischen und in Oberösterreich mehrfältig *auf* den Molasse-Schichten in Thon- und Mergelabsätzen vorkommen. Die Hölzer stammen wahrscheinlich von Coniferen ab, liegen nesterweise, öfters von Sand begleitet, und so gehäuft, wie wenn sie von Strömen zusammengeführt worden wären. Conchylien-Reste fehlen. Solcher Ablagerungen kennt man mehrere im sogenannten *Hausrück-Viertel* und in der Nähe von *Linz* in Oberösterreich **).

In ziemlich grosser Ausdehnung wird die Molasse in Südbayern von mächtigen Geröll-Ablagerungen bedeckt, welche sich auch weit darüber hinaus in die Ebene ausbreiten, und an mehreren Stellen längs des Laufes der Flüsse eine Mächtigkeit von 100 bis 200 Fuss und darüber zeigen, wie bei *Oetting*, *Wasserburg* (siehe oben S. 805) und längs der *Ens*.

Der östliche Molassezug schliesst in *Steyermark* und *Oberösterreich* zahlreiche *Braunkohlen-Flötze* von meist geringer Mächtigkeit ein, die jedoch an mehreren Orten bauwürdig sind. Dasselbe zeigt sich in *Kaernthen*, *Mähren* und *Ungarn*. In den beiden letzten Ländern ist die Molasse vorzüglich in den Thälern der *Mur*, der *Drau*, der *Save* abgelagert, und auf der Ostseite der grossen östlichen Ebene Ungarns. In

*) *Salzburg* ist von Hügeln und Bergen solcher Conglomerate umgeben. Von diesen umzieht der *Münchberg* einen grossen Theil der Stadt, auf ihm steht das Schloss Hohensalzburg; an einer senkrecht zugehauenen Bergwand ist eine Kirche und eine Reihe Häuser angelehnt; es befindet sich in diesem Berge eine Kapelle, eine Höhle, eine Einsiedelei; es ist die Sommer-Reitschule in die Conglomerat-Felsen gehauen, der Marstall; es ist das Sigmund-Thor der Stadt auf eine Länge von 400 Fuss und in einer Breite von 20 Fuss durch diese Felsen gehauen.

**) Riepl, in den Jahrb. des polytechn. Instit. zu Wien, Bd. II. und V. Moll's Annalen.

Siebenbürgen ist sie am stärksten entwickelt in den Thälern der *Samosch* und der *Marosch*. In der Gegend von *Buba* im nördlichen Siebenbürgen sieht man nach Boué *) den Molasse-Sandstein dem *Corallenkalk* des Lytha-Gebirges *aufgelagert*. Auch die insektenreichen Schichten von *Radoboj* in *Croatien* liegen über dem Corallenkalk von Krapina **). S. 995.

Auf der Westseite der Alpen zieht sich das Molassegebilde vom Genfer-See durch *Savoyen* in das *südliche Frankreich*, bildet die bergigen und hügeligen Gegenden längs der *Saone* und *Rhone* in den Departementen des *Ain*, der *Rhone*, der *Isère*, der *Drom*, des *Vaucluse*, *Herault*, der *Niederalpen*, der *Rhonemündungen*, und ist auch im Südwesten des Landes ausgebreitet. Es treten aber in diesem bis Marseille sich erstreckenden westlichen Molassezuge, sowohl hinsichtlich der mineralogischen Beschaffenheit der Gesteine, als hinsichtlich der Gliederung des Gebildes mehrfache Verschiedenheiten auf, die mit seiner Beschaffenheit an und längs der östlichen Alpen verglichen, die Ablagerung nur in sehr veränderter Gestalt erscheinen lassen.

Schon im Becken des Genfer-Sees tritt in den Cantonen Waadt und Genf ein weiteres, im Molasse-Gebiet der östlichen Alpen noch nicht beobachtetes Glied auf, welches Necker de Saussure ***) „*Rothe Molasse*" nennt. Sie unterteuft nach seinen Beobachtungen die *untere Süsswasser-Molasse* (S. 922) in ungleichförmiger Lagerung. Diese *Rothe Molasse* hat ein thoniges Bindemittel, und enthält, wie es scheint, höchst sparsame Pflanzenreste; es sollen bei Vevay darin Reste einer *Flabellaria* gefunden worden sein. Die darüber liegende Süsswasser-Molasse besteht zunächst (1) aus Schichten von grauen, gelben, bläulichen und schwärzlichen Mergeln, zwischen denen körniger oder dichter *Gyps* theils in einzelnen Bänken, theils in kleineren Stücken liegt; darauf folgen (2) Mergelschichten, Kalkbänke und Lagen von *Braunkohle*, in deren Nähe der Kalk bituminös ist und viel Süsswasser- und Land-Conchylien einschliesst, die auch in der Braunkohle

*) Geognostisches Gemälde von Deutschland S. 478.

**) Ebendaselbst S 482.

***) Etudes géologiques dans les Alpes, Vol. I. p. 375. Paris 1841.

vorkommen. Zu oberst liegen (3) Sandsteinschichten von weisser, grauer und gelblicher Farbe, mit thonigem und ausnahmsweise auch kalkigem Cement. Darin liegen viele Pflanzenreste. Diese drei unterscheidbaren Lagen der *Genfer Süsswasser-Molasse* treten mit verschiedener Mächtigkeit auf, und sind nicht allerorten gleichmässig entwickelt. Man sieht ihre Auflagerung auf die *Rothe Molasse*, allenthalben, wo sie die oberen Theile der Gehänge bilden, an deren Fuss die letztere ansteht, so bei Chambeisy, bei Cologny, am Berg Avranchet u. s. w. In den Umgebungen von Vevay wurden viele Thierreste in der *Süsswasser-Molasse* gefunden, nämlich Reste von: *Rhinoceros*, *Hyotherium*, *Pachyodon*, *Palaeomeryx*, von Schildkröten (*Emys*, *Trionyx*, *Trachyaspis*) und Zähne von Lamna-Arten *).

Im Norden des Cantons Waadt ruht nach Favre **) die *Rothe Molasse* theils auf einem grobkörnigen Sandstein von häufig breccienartiger Beschaffenheit, theils auf wahrer Breccie, die dem Neocomien aufliegt, und aus Fragmenten dieses, so wie des Jurakalkes zusammengesetzt ist, die mitunter Kopfgrösse haben.

In Savoyen liegen rothe und bunte Mergelschichten (*ohne die Unterlage der Rothen Molasse*), wie bei Genf auf dem Neocomien und darüber ist die Meeres-Molasse abgesetzt. Die rothen und bunten Mergelschichten dieser unteren Süsswasser-Molasse erreichen eine Mächtigkeit von nahezu 1000 Meter, sie schliessen *Süsswasser-Conchylien*, Spuren von *Braunkohle*, *Gyps*-Schnüre, mergelige und sandige Kalkbänke ein. Bei Vimines unfern Chambery wird ein dieser Bildung angehöriger Breccien-Marmor gebrochen, dessen Verhältnisse an die Breccie von Tholonet bei Aix erinnern. Auch im Norden des See's von Bourget bei Chambery sieht man als Liegendes der Süsswasser-Molasse ein Conglomerat mit Sandstein-Bindemittel.

Im Dauphiné und in der Provence repräsentirt die dortige *Molasse coquillière* mit den zahlreich eingeschlossenen Meeres-

*) Blanchet, Aperçu de l'histoire du terrain tertiaire du Canton de Vaud. Vevay 1843.

**) Considerations géologiques sur le mont Salève. Genève 1843.

Conchylien, die Meeres-Molasse der Schweitz. Sie erstreckt sich vom Fuss der Pyrenäen mit verschiedenen Unterbrechungen bis an die Nordgrenze des Dauphiné. Sie liegt in der Nähe von Montpellier, im Agenais, bei Nimes, *auf* dem Süsswasserkalk jener Gegenden; bei *Aix* *) ist sie der dortigen Gypsbildung aufgelagert; in den Umgebungen von Apt **) (Vaucluse) der gleichfalls gypsführenden Mergel-, Kalk- und Sandbildung, worin Braunkohlen und Süsswasser-Conchylien liegen; ebenso liegt sie über einer ähnlichen Süsswasser-Bildung im Dép. des Basses-Alpes, bei Forcalquier, Manosque, Volonne etc. Hiernach ist anzunehmen, dass die *Molasse douce*, wie die zunächst *unter* der Molasse coquillière liegenden Süsswasserschichten genannt werden (Scipion Gras, Statistique mineralogique du Dép. des Basses-Alpes 1840), so wie die Reihe von Süsswasser-Schichten, welche Coquand und Andere im südlichen Frankreich *unter* der Meeres-Molasse aufzählen, zu derjenigen Abtheilung der Molasse-Bildung gehören, welche im Becken des Genfer See's und weiterhin im grossen Schweitzer-Thal *unter* der Meeres-Molasse liegt, und ein entschiedenes *Süsswasser-Gebilde* ist.

Coquand *) beschreibt die Schichten-Reihe des Vallée de l'Arc (Bouches du Rhone), wo die fragliche Ablagerung sehr vollständig entwickelt ist, in nachstehender Weise:

1) Zu unterst liegen Bänke von bituminösem Kalkstein, im Wechsel mit Braunkohlenflötzen und mit Einschluss von Cyclas, Potamides, Unio, Reste von Schildkröten und von einem Crocodil. Darüber liegt ein grobkörniger Sandstein, in welchem zwei Oberschenkelknochen von Mastodon gefunden worden sind.

2) Darauf folgen in grosser Mächtigkeit Bänke von dichtem Kalkstein, welche einerseits die Breccie *du Tholonet*, anderseits die *Gypsmergel* von Aix tragen. Die Schichten *unter* dem Gyps schliessen einige Lymneen und Planorben ein. Die Schichten dagegen, welche den Gyps *überlagern*, schliessen ausserordentlich viele und verschiedenartige organische Reste ein, Fische (S. 979), zahlreiche Insekten, die den Gattungen

*) Coquand, Bullet. Soc. géol. Vol. IX. 1838.

**) Graff, sur le gisement du minerai de fer d'Apt.

***) Bullet. Soc. géolog. Vol. X. 1839.

Harpalon, Melolontha, Bruchus, Meleus, Cleonis, Callidium, Cassida, Mantis, Spectrum, Locusta, Forficula, Libellula angehören; Palmenstämme, Coniferen-Früchte, Blätter, Blüthen etc. Die Mergel, welche unmittelbar den Gyps umschliessen, enthalten eine Helix und eine Potamides. Letztere Gattung ist ausserordentlich häufig in den Schichten, welche den Gyps bedecken. Diese ganze Schichtenreihe, von den Braunkohlen an, ist aufgerichtet, und steht in der Richtung der Hebungslinie des Léberon, des Berges la Sainte-Victoire bei Aix, also N. 79° O., wie alle Bergzüge in der Provence, eine Richtung, welche mit derjenigen der Ost-Alpen übereinstimmt, und auch für die Schichten der Subapenninen-Bildung charakteristisch ist.

Ueber dem Gyps-Gebilde ist die *Meeres-Molasse* gelagert. Durch viele Meeres-Conchylien ausgezeichnet.

In ungleichförmiger Lagerung sieht man darüber bei Aix einen Streifen von Süsswasser-Mergel in horizontaler Lage. In den angrenzenden Departementen Vaucluse und Niederalpen ist dieser ausgedehnter abgelagert, und schliesst einige Gypsstöcke ein. Auch in der östlichen Schweitz hat die Meeres-Molasse zwischen der Reuss und dem Rothsee bei Luzern eine aufgerichtete Schichtenstellung, und liegt darüber die obere Süsswasser-Molasse in horizontaler Lage. (S. 925). Dessen ungeachtet kann man diese Lage wegen der völligen Uebereinstimmung mit der unteren Süsswasser-Molasse nicht als einer anderen Formation angehörig betrachten, wie es COQUAND bei dem gleichen Lagerungsverhältnisse der Meeres-Molasse und den darüber gelagerten Süsswasser-Schichten glaubt thun zu müssen.

MATHERON gibt nachstehende Schichtenfolge des Tertiaergebirges im südöstlichen Frankreich an:

1) Zu unterst liegt die *Braunkohlen-Gruppe.* Hier folgen auf einander:

a. Lumachell mit Meeres- und Süsswasser-Conchylien	0.1 bis 5 Meter.
b. Bläulicher Kalkstein oder Sandstein, bauwürdige *Braunkohlenflötze* im Wechsel mit Mergeln . . .	150m.
c. Violette und graue Mergel und Sandstein in Wechsellagerung	80m.
d. Grauer Kalkstein von verschiedener Härte . . .	20—25m.

Die Lagen (c u. d) sind um Pennes und Faveau entwickelt.

e. Bunte glimmerführende Thone, im Wechsel mit Mergelkalk 60—70m.
f. Harter und mergeliger Kalkstein, grau oder violett, marmorirt, wird oft durch Bänke von Erbsen-Steinen (Pisolithe) 8—30m.
Die Lagen (e u. f) sind um Rousset und Rognac herrschend.
g. Kalksteine von hellrother und Mergel von braunrother Farbe, in Wechsellagerung 30—40m.
h. Conglomerat- und Breccien-Bänke 5—50m.
i. Kalkstein mit öfters breccienartigem Charakter . . . 5—70m.
Die Lagen (g, h, i) und eisenschüssige Thone sind vorzüglich in der Gegend von la Galante & Griffon entwickelt.
k. Mergel, Thon und bunter Sandstein in Wechsellagerung . 40—60m.
l. Conglomerat und grobkörniger Sandstein 4—10m.
m. Kalkstein 5—50m.
Diese letztere Lage ist besonders um Vitrolles entwickelt, und auch der Kalk du Cengle & d'Arbois gehört hierher.

2) Nun folgt die *Gyps-Gruppe*, die aus zwei Hauptlagen besteht:

a. Die untere Lage bilden Mergel, Sandstein und Conglomerate 150m.
b. Die obere Lage besteht aus Mergel und Kalkschichten mit untergeordneten Gypsbänken und Einschluss von Feuersteinen 100m.

3) Die dritte Gruppe bildet die *Meeres-Molasse:*

a. Sandige und thonige, oft glimmerführende Mergel . 10—25m.
b. Meeres-Sandstein und Calcaire moellon 15—20m.
Darüber lagert endlich Süsswasser-Kalkstein (Calcaire lacustre superieur).

Die unterste *Gruppe der Braunkohlen* schliesst an vielen Orten bauwürdige und in Abbau stehende Kohlenflötze ein, die im Umkreise des Tertiaerbeckens erschürft, und vorzüglich um Tretz, Peynier, Belcodenne, Greasque, Saint-Savourin und Mimet, bei Lafare & Condoux abgebaut werden. Die Flötze liegen in verschiedenen Höhen, gewöhnlich 2 bis 4 nahe über einander, durch Kalkbänke oder Thonlagen von einander geschieden. Die Schichtenlage ist immer diejenige der unterliegenden Kreide. Die Conchylien, welche in dieser ersten Lage der Gruppe zahlreich vorkommen, sind Arten von Cyclas, Melanopsis, Planorbis, Physa, Lymneus, Melania, Ampullaria, Neritina, Paludina, Helix, Potamides, Anodonta und Unio. Auch Reste von Sauriern und Schildkröten kommen vor. Die 2te Lage (c & d) enthält keine Braun-

kohlen; sie schliesst Arten von Cyclas, Melanopsis und Physa ein. Zahlreicher und verschiedenartiger treten die Schalthiere in der 3ten Lage (e & f) auf; es sind aber immer Fluss- und Landconchylien, oder solche, die an Flussmündungen leben. Die 5te Lage m schliesst wieder ebenso viele Süsswasser-Conchylien ein, als die 1te. Auffallend ist in dieser letzteren (a) das Vorkommen von Meerconchylien in den alleruntersten Schichten. Es zeigt an, dass in der ersten Zeit ein salziges oder brakisches Wasser in dem Becken stand, dessen Beschaffenheit durch den Zufluss süsser Gewässer verändert wurde.

Die Breccie, welche *unter* dem Gyps liegt, eigentlich ein Kalk-Puddingstein mit gelben oder ziegelrothen, bisweilen auch schwärzlich-grauen Bruchstücken, die nach dem Namen des Dorfes, bei welchem sie unfern *Aix* seit der Zeit Ludwig XIV. viel gebrochen wird, und *Brèche du Toulonnet* (oder *Tholonet*) heisst, wurde in früherer Zeit als ein beliebter Stein vielfältig zu architektonischen Verzierungen in den Häusern der Reichen verwendet. Sie bildet die Wände einer Felsschlucht, durch welche sich der Bach Infernet windet, und umgibt den südlichen Abfall des Mont de Sainte-Victoire von Saint-Antonin an, bis herüber an die grosse Strasse nach Marseille. Die Gypsbildung ist vorzüglich zu Aix, Beaulieu, Eguilles und la Trévarresse entwickelt. Nach Dufrénoy *) haben auch die Gypse von Sijean (Aude) und Narbonne die gleiche geologische Stellung. Der Süsswasserkalk der letzteren Ablagerung enthält *Schwefel* in Knauern und grösseren Stücken **).

Die von Matheron aufgezählte Schichtenreihe erhält durch die von Graff (Vaucluse) und Gras (Basses-Alpes) mitgetheilten Beobachtungen einen Zusatz. In einem Durchschnitt von der Montagne de la Garde zum Lebron beobachtete Graff ***) von unten nach oben:

1) Rothe Mergel.
2) Sandige Schichten von verschiedener Farbe, nach oben im Wechsel mit Kalkschichten.
3) Dichter Kalkstein mit Lymneen und Planorben.
4) *Gyps* in Begleitung von blätterigen Mergeln, ähnlich dem von Gargas bei Apt.
5) Mergel und Kalkstein in Wechsellagerung.
6) *Braunkohle* und Kalkstein mit Helix-Arten.
7) Meeres-Molasse, in einer Mächtigkeit von 25 bis 30 Meter.

*) Terrain tertiaire du midi de la France 1836. Mém. pour servir à une description géol. de la France t. III. p. 79.

**) Ebendaselbst p. 82.

***) In seiner Notice sur le fer hydraté des environs d'Apt.

Gras *) beobachtete an den Grenzen der Basses-Alpes gegen Vaucluse von unten herauf:

1) Dichter bläulich-grauer Kalkstein mit Fluss-Conchylien.

2) Feinblätterige, oftmals bituminöse Mergelschiefer.

3) Graue, gelbliche und röthlich-graue Mergel.

4) *Gyps* im Wechsel mit Mergeln und Kalksteinen.

5) *Braunkohle* in regelmässigen und ausgedehnten Flötzen.

6) Ockergelber Sand und grobkörniger Kalksandstein (Macigno).

7) Kalkconglomerat aus Kreidestücken zusammengesetzt.

Beide Beobachter geben, wie man sieht, eine *zweite Braunkohlen-Bildung über dem Gyps* an, welche Matheron in der Schichtenreihe des Vallé de l'Arc nicht aufführt, und bestätigen die Schichtenfolge *unter* dem Gyps. Dieselben rothen Schichten, wie bei Aix, treten auch hier auf, dagegen fehlt die *untere Braunkohlen-Bildung*, und es liegen die *rothen* Schichten, ebenso wie im Norden von Aix, unmittelbar auf dem Secundärgebirge.

Die vollständigste Darstellung der Schichtenreihe der Süsswasserbildungen (der unteren Süsswasser-Molasse) der Provence hat Diday **) gegeben. Seine Schilderung umfasst den Landstrich von der Ost-Grenze des Dép. der Rhone-Mündungen bis zur Bucht (Etang) von Berre. Die Gesteine, welche auf dieser Strecke auftreten, sind mehr oder weniger mergelige Kalksteine, mitunter im Wechsel mit Thonlagen. In dieser Schichtenreihe sind zwei Braunkohlen-Ablagerungen eingeschlossen, sowie die Gypsbildung von Aix, welche von Meeres-Molasse überlagert ist, die in diesem Theil von Frankreich als die einzige tertiaere Meeresbildung auftritt. Diday stellt folgende Abtheilungen auf:

1) Die tiefste Stelle nimmt die *erste Braunkohlen-Ablagerung* des Dép. der Rhone-Mündungen ein, deren Mächtigkeit 200 bis 250 Meter beträgt.

2) Mergeliger Kalkstein und Thon, ungefähr 100 Meter mächtig.

3) Röthlicher Thon und sehr dichter Kalkstein, miteinander sechs Mal wechselnd. Mächtigkeit 300 Meter.

4) Röthlicher Thon, ungefähr 70 bis 80 Meter stark.

5) *Gypsbildung* in einer Mächtigkeit von 90 Meter.

6) *Zweite Braunkohlen-Ablagerung*, die in den Dép. Vaucluse und Rhone-Mündungen abgebaut wird. Mindestens 300 Meter mächtig.

*) Statistique minér. et géol. du départ. des Basses-Alpes, Grenoble 1840.

**) Annales des Mines, 4te serie, t. XI. 1847.

Die Braunkohlen-Gewinnung aus der ersten unteren Ablagerung beträgt im Dép. der Rhone-Mündungen nach BURAT *) jährlich über 1 Million Zentner.

Auch im Languedoc (Dèp. de l'Aude, de l'Herault et du Gard) werden in dieser unteren Bildung an vielen Orten (Cesseras, Azillan, Minerve, La Caunette, Oupia, Maillac, Agel) Braunkohlen gewonnen. Die obere, *über* dem Gyps liegende Braunkohlen-Bildung bietet im Dèp. des Basses-Alpes, besonders in der Umgegend von Forcalquier viele bauwürdige Flötze dar, und im Dèp. de Vaucluse in den Umgebungen von Apt.

Von den *Gyps*-Ablagerungen ist diejenige von *Aix* die wichtigste. Sie nimmt nach DIDAY einen Flächenraum von 20,000 Hectaren ein. Der Gyps, den man abbaut, tritt in 2 Lagen auf, deren Mächtigkeit zusammen ungefähr 12 Fuss beträgt. Sie setzen aber nicht gleichförmig durch das ganze Gebilde fort, sondern erscheinen in Gestalt grosser stark abgeplatteter Linsen nur am Rande der sie umschliessenden Schichtenreihe. Man hat sie in der Mitte derselben vermittelst niedergetriebener Bohrarbeiten nicht auffinden können und gefunden, dass die Mergel hier nur zerstreute Gypskrystalle enthalten. Denkt man sich die Gypsmasse gleichförmig durch die ganze Ablagerung fortliegend, so berechnet sich ihre mittlere Mächtigkeit auf 2^m 50 Meter, und der cubische Inhalt auf 500 Millionen Cubikmeter oder 1000 Millionen Tonnen.

Die unter dem Gyps liegende *Braunkohlen-Bildung* nimmt einen Flächenraum von mehr als 55,000 Hectoren ein. Ueber den Kalk-, Mergel- und Thonschichten, zwischen welchen die Braunkohlenflötze eingeschlossen sind, liegen als obere Abtheilung dieser Lage in mächtiger Entwickelung Schichten von Süsswasserkalk und Thon. Klüfte und Spalten durchsetzen die Gesteine und die Kohlen vielfältig, und letztere sind in deren Nähe immer stark zersetzt, mulmig u. s. w., und gar oft tief hinein. Auch der sie umschliessende Kalkstein zeigt sich an solchen Stellen verändert, zellig, blasig, mürbe, ockerfarbig, während er sonst bläulichgrau ist; das färbende Bitumen ist verschwunden. Oft ist beinahe der ganze Kalkgehalt des Steins weggeführt, und nur der Thon hinterblieben. Die Ausweitungen, welche durch diese Veränderungen der Kohlen und des Kalksteins entstanden sind, haben gewöhnlich die Gestalt eines spitzen Kegels, dessen Spitze immer nach abwärts gerichtet ist. Das zeigt an, dass die Veränderung von oben nach unten vor sich gegangen ist. DIDAY **) weist sehr gründlich nach, dass sie als eine Folge der Zersetzung eingemengten Schwefelkieses betrachtet werden muss, wobei die ent-

*) Angewandte Geognosie, deutsche Uebersetzung, Berlin 1844. S. 57.

**) Ann. des Mines, 4te serie, t. XI. 1847. p. 433.

standene *Schwefelsäure* auf die Kohlen und die Kalksteine einwirkte, und letztere durch das abgeschiedene Hydrat des Eisenoxyds ockerfarbig gefärbt wurden. Der Schwefelkies ist sowohl in der Kohle, als im Kalkstein ganz allgemein verbreitet, und steigt in ersterer bis auf 0.12 Procent. Wenn man die Menge Kies berechnet, welche an allen jenen Stellen zersetzt worden ist, wo die erwähnten Veränderungen erkannt wurden, so bekommt man, bei der Annahme, dass der Gehalt an Kies im Durchschnitt 0.01 Procent beträgt, eine Kiesmenge von 330 Millionen Tonnen. Ein Theil Kies reicht hin zur Erzeugung von 2.93 wasserhaltigen Gypses. Da dieser aber immer eine Beimengung von Thon- und Kalksteinmasse hat, so darf man annehmen, dass ein Theil Kies drei Theile Gyps erzeugt. Dem zufolge können die Kiese der zersetzten Stellen (Moulières der Arbeiter) eine Quantität Gyps von 990 Millionen Tonnen erzeugt haben, eine Zahl, welche der oben angegebenen Gypsmenge von Aix ganz nahe kommt. Da indessen die durchschnittliche Kiesmenge in der That grösser ist, als jene, die als Grundlage zu dieser Rechnung genommen wurde, so darf man sagen, dass die ganze Gypsmasse von Aix, durch die Kiese, die an den Moulières eine Gypsbildung veranlasst haben, erzeugt worden sein kann.

Die Braunkohlen-Bildung ist älter als die Gypsbildung; es ist also denkbar, dass der in derselben durch die Kieswirkung erzeugte Gyps durch darauf wirkende Gewässer aufgelöst und in die später abgesetzten Schichten übergeführt worden sei. Alles zeigt an, dass die Schichten der Braunkohlen-Bildung vor dem Absatz des Gypses zerklüftet worden sind, und es konnte sofort Luft und Wasser eindringen, und an den ihnen zugänglichen Stellen das Vitriolesciren des Kieses, und dadurch weiter eine Gypsbildung bewirken. Diese begann also bald nach dem Absatz der Schichten der Braunkohlen-Ablagerung, und die Moulières müssen gleichzeitig damit entstanden sein.

Unmittelbar unter den gypsführenden Schichten treten bei Aix die Süsswasser-Schichten der Braunkohlen-Bildung nicht auf. Man hat daher allen Grund zu der Annahme, es sei derjenige Theil des Arc-Thales, in dem sich nach der Ablagerung der braunkohlenführenden Schichten der Gyps ablagerte, zur Zeit der Bildung ersterer fast ganz trocken gewesen. Man kann sich eine Scheidung des Beckens von Aix von demjenigen, worin sich die Braunkohle ablagerte, durch eine niedrige Kette des Secundärgebirges denken, die zwischen den hohen Bergen Eguilles und Sainte-Victoire lag. Wie nun der Boden des Braunkohlen-Beckens erhöht wurde, theils durch Ausfüllung vermittelst abgesetzter Schichten, theils durch Hebungen, so konnten, wenn dieses bis zu einem gewissen Grad gekommen war, die Gewässer über den niedrigen Damm in das Becken von Aix überfliessen. Sie waren mit Gyps beladen, tödteten daher jählings alle Thiere, die darin lebten, und setzten erst Kalk und hierauf den Gyps ab.

Die gute Erhaltung der fossilen Thierreste dieser Stelle kann nur einer solchen plötzlichen Tödtung zugeschrieben werden. Da der schwerer lösliche Kalk neben dem Gyps in den Gewässern war, so setzte dieser sich früher und der letztere erst dann in grösseren Massen ab, als einmal die höchste Concentration seiner Lösung überschritten war.

Seit 1836 kennt man das Vorkommen von Resten des Palaeotheriums und einiger Wiederkäuer im Gyps von Aix. Die fossilen Fische dieser Localität sind oben S. 979 aufgezählt. Die Insekten will Osw. Heer beschreiben *). Bei Lac und Portelles (Aude) zeigen sich nach Marcel de Serres Gypse gleicher Lagerung. Die begleitenden Mergel umschliessen hier Reste von Süsswasser-Fischen, von Land-Insekten, Flussmuscheln und Pflanzen. Der Dysodil, welcher zwischen den Mergelbänken im Steinbruch von Lac im Süden von Narbonne vorkommt, ist voll Abdrücken von Fischen und Pflanzen. Den Sandstein, der im Aude-Département unter dem Namen Sandstein von Carcassonne bekannt ist, die Zusammensetzung des schweitzerischen Molasse-Sandsteins hat, theils von dichtem Süsswasserkalk, theils von Kalkconglomerat überlagert ist, vergleicht Marcel de Serres mit unserer Süsswasser-Molasse, und führt daraus Reste an von: Palaeotherium medium, von Lophiodon, von Tapir, Trionyx, Emys & Crocodilus.

Der in Südfrankreich *unter* der Meeres-Molasse (Molasse coquillière) liegende *Süsswasserkalk* bildet ein wesentliches Glied der dort entwickelten *Süsswasser-Molasse*, einer aus Sandsteinen, Mergel und Thon zusammengesetzten Schichtenreihe, in welcher der Kalk häufig untergeordnet erscheint. Es ist dies Gebilde „la molasse proprement dite" der französischen Geologen. Nur in einigen wenigen Gegenden tritt er selbstständiger und mächtiger entwickelt auf, so im bergigen Agenais, in den Umgebungen von Agen, Castres und Alby, im Defilé von Roque-Favour u. s. w. Der Kalkstein ist häufig sehr dicht, und nur dadurch auf den ersten Anblick von Kalksteinen des Secundärgebirges zu unterscheiden, dass er nie-

*) Er sagt in der Vorrede zur zweiten Abtheilung seiner Insektenfauna der Tertiaergebilde von Oeningen und Radoboj: „Ich werde später die Tertiaerinsekten von Aix zum Gegenstand einer besonderen Arbeit machen, welche sich an die vorliegende anschliessen soll . . ."

mals ohne kleine Höhlungen und nicht selten davon ganz erfüllt (cavernös) ist. Die Färbung ist mannigfaltig; doch herrscht die lichte vor. Mitunter enthält der Kalkstein eine Kiesel-Beimengung, wodurch er sehr hart wird, und dann ausgesonderte Knauer von Quarz einschliesst. Dieses Verhalten zeigt der Süsswasserkalk vorherrschend im Hügelland der Dordogne, und zumal zwischen Montpassier und Beaumont. Die Kieselausscheidungen sind hier so häufig und so beträchtlich, dass man sie zu Mühlsteinen benützt, die in der Nähe von Beaumont an vielen Orten gewonnen werden, vorzüglich zu Bergerac, dessen Mühlsteine den grössten Ruf haben.

Inmitten des Süsswasserkalkes von Beaumont liegen Mergelschichten mit eingemengten *Gyps*-Krystallen, von welchen die gypsreichsten abgebaut werden. Dieses Gypsvorkommen erinnert an dasjenige von Aix, Sijean u. s. w.

Gar oft und an sehr vielen Stellen besitzt dieser Süsswasserkalk eine Structur, die für ihn sehr charakteristisch ist. Er zeigt sich nämlich aus kleinen, gewöhnlich erbsengrossen, Kügelchen oder Knötchen von dichter Kalkmasse zusammengesetzt, die durch ein gleichartiges Kalk-Cement verbunden sind. Bisweilen erreichen die Kugeln und Knauer eine Grösse von einigen Zollen. Diese eigenthümliche Beschaffenheit, welche sich ganz auf dieselbe Weise bei vielen Kalkstein-Lagern des schweitzerischen und deutschen Molasse-Gebildes zeigt (Heidelberg bei Bischofzell im Thurgau, Weindobel unfern Salem im badischen Seekreis), sieht man bei dem Süsswasserkalk von Aix, Nimes, Marseille, Narbonne u. s. w. Die unteren Schichten sind häufig röthlich. Auch diese Färbung zeigen viele Kalkstein-Lager unserer Molasse. Wo der Kalkstein, wie im Becken von Toulouse und von Pau, so wie im ganzen Zuge des Tertiaergebirges des Südens, der parallel den Pyrenäen lauft, nicht selbstständig entwickelt auftritt, da ist er oft nur durch Kalk-Knauer angedeutet, die zwischen den Mergel- und Thonschichten der Süsswasser-Molasse liegen.

Im Norden der Garonne ist in dem Landstrich, den man „Landes de la Saintonge“ nennt, diese Bildung vorherrschend durch mächtige Ablagerungen von Sand und Kieselsteinen repräsentirt. Stellenweise sieht man die Verbindung mit Kalk-

massen, und in diesen das Auftreten von Kiesel-Knauern. Zu la Grave wurden in dieser Sandbildung, die das Ansehen einer Diluvial-Ablagerung hat, Reste von Palaeotherium und von Süsswasser-Schildkröten gefunden. An mehreren Stellen treten Thone zwischen die Sandlagen ein, wie bei Montlieu, wo diese zu Töpferwaaren benutzt werden. An anderen erscheinen feste Sandsteine mit kieseligem Cement, wie zu Bergerac an der Dordogne, dessen Sandsteine als Pflastersteine für Bordeaux gebraucht und weithin verführt werden, so dass man sie auch zu Bayonne verwendet. Diese Sandsteine enthalten viele Pflanzenreste, die mit denen der Mergel- und Gypsbildung von Sijean bei Narbonne übereinstimmen. Es sind Abdrücke von Dicotyledonen & Coniferen. In einem grauen Thonlager bei Bonzac am Ile, das zwischen Molasse-Sandstein liegt, hat man Reste von Trionyx, Emys und von drei Palaeotherien gefunden, die von denen des Montmatre-Gypses verschieden sind.

Die *Molasse coquillière* von Südfrankreich besteht vorherrschend aus einem cavernösen erdigen Kalkstein, der voll Muschelresten und kleiner Corallen ist, viele Steinkerne davon enthält, und fast immer auch kleine Kieselsteine. Kalkspath verbindet diese verschiedenen Theile mit einander, und gibt dem Stein eine grosse Festigkeit. Bisweilen liegen darin auch grüne Körner des Eisen-Silicats, das so häufig die schweitzerische Molasse färbt. Untergeordnet treten sandige Thone, Sandmassen und graue Mergel auf.

Diese Molasse coquillière überlagert allenthalben, wo die Glieder des Tertiaergebirges vollständig entwickelt sind, den Süsswasser-Kalkstein oder die obere Braunkohlen-Bildung (S. 1006). Auf dieser ruht sie bei Aix, Manosque (Basses-Alpes), Apt und Métamis (Vaucluse). Bei Apt sind in der Kohlenbildung Reste von Palaeotherium minus, vom Anoplotherium, von Schildkröten und Reptilien vorgekommen. Bei Aix sieht man auf der Grenze zwischen der Gypsbildung und der Molasse coquillière eine Vermischung der Conchylien beider Ablagerungen.

Zur Molasse coquillière gehört der sandige muschelführende Kalkstein, welchen Marcel de Serres zuerst unter dem Namen

Calcaire moëllon aufgeführt hat *). Er wird als Baustein benützt, und es sind viele Städte des südlichen Frankreichs aus ihm erbaut, Bezière, Narbonne, Montpellier, Marseille, Nimes. Die oberen Schichten, die von einem Meeres-Sand bedeckt werden, enthalten viele Conchylien und Reste von Thieren höherer Ordnungen, im Allgemeinen dieselben, welche oben als bezeichnend für die deutsche und schweitzerische Molasse angeführt worden sind. Die unteren Lagen enthalten wenige Versteinerungen. Das Liegende bilden blaue Mergel von der Beschaffenheit der subapenninischen und mit denselben organischen Resten. Man findet diesen Kalkstein zum Bau vieler Monumente des Alterthums verwendet (Arc d'Oranges, Aqueduc du Peyrou, Pont du Gard, Arènes de Nimes). Im nördlichen Frankreich wurden nach Desnoyers solche Kalke im Cotentin, Anjou, in der Bretagne zur Zeit der Römer und noch im Mittelalter häufig zu Leichen-Särgen benutzt. Er hat die älteren Steinbrüche dieses Kalkes in den Umgebungen von Carentou, Rennes, Nantes und Doué wieder aufgefunden.

Vergleichen wir die beschriebenen Bildungen Frankreichs, die mit der Tertiaerbildung der Genfer-See's und Savoyens in Verbindung stehen und bis an's Mittelmeer fortsetzen, mit der grossen Molasse-Bildung: so finden wir wohl in der Gliederung der Theile, in der Beschaffenheit der Gesteine einzelner Strecken, Abweichungen, dagegen eine unverkennbare Uebereinstimmung in den Hauptverhältnissen der Lagerung und in der fossilen Fauna. Man erinnere sich, dass nach Nicolets **) Beobachtungen im Thal von la Chaux-de-Fonds die Schichtenfolge der Molasse nachstehende ist: Meeres-Molasse, sandig, mergelig oder als Kalkstein (mit Ostrea crassissima Lam., Ost. cymbula Lam., Ost. bellovacina Lam., Pecten opercularis Lam., Pecten elongatus Lam.); darüber dichter, rother, sandiger Mergel, blaue, weisse und schwarze Mergel mit Süsswasser-Conchylien und Kalksteinbänke von verschiedenen Farben. Diese Schichtenreihe über der Meeres-Molasse ist ihrer-

*) Jahrb. für Mineralogie 1830. S. 328. Géognosie des Terrains tertiaires du midi de la France. Montpellier 1829.

**) Essai sur la constitution géologique de la vallée de la Chaux-de-Fonds, in den Mém. de la Soc. d'hist. nat. de Neuchatel, Vol. II. 1839.

seits überlagert von einem Süsswasserkalk, der den Thalgrund in der ganzen Länge des Thales einnimmt, und sich über die Bildungen von Locle hinzieht. Auf diesem endlich ruht ein Mergelgebilde, das zahlreiche Thierreste umschliesst. Es wurden hier Reste gefunden von: *Palaeotherium*, *Anoplotherium*, *Lophiodon*, *Hippopotamus*, *Camelopardus*, *Dinotherium*, *Rhinoceros*, *Elephas*, *Cervus*, *Equus*, *Sus*, *Ursus*, *Emys*. Hier liegen die Reste von Geschlechtern, die man zuerst im Pariser älteren Becken aufgefunden, später aber auch an zahlreichen Stellen im Gebiet der Molasse beobachtet hat, hoch über der Meeres-Molasse, dieselben, welche in der Provence und im Lanquedoc in der Schichtenreihe unter der Molasse coquillière aufgefunden worden sind. Welcher Grund ist nun wohl vorhanden, jene südfranzösischen Bildungen von der grossen Molasse-Bildung der alt-pliocänen Tertiaerzeit zu trennen? Ihre Conchylien stimmen, was die Leitmuscheln betrifft, mit denen der Subapenninen und der grossen schweitzerischen Molasse-Bildung überein, und die Arten von Palaeotherium, Lophiodon, Anoplotherium, Halianassa, welche in Südfrankreich theils in den Gruppen unter der *Molasse coquillière,* theils in dieser und im *Calcaire moëllon* vorkommen, sind nicht die miocänen Arten dieser Thiere, wohl aber zum grössten Theil die Molasse-Arten.

In einigen Gegenden Frankreichs liegen theils in Flussgebieten, theils im Flachlande in der Nähe des Meeres lockere Anhäufungen von Muscheltrümmern, die unter dem Namen „*Faluns*“ von den Landleuten zur Verbesserung der Felder verwendet werden. Die *Faluns*, welche im Dép. *des Landes* im Allgemeinen ganz den Charakter eines alten Küstengebildes haben, gewöhnlich zur Unterscheidung von den *Faluns der Touraine* (Loire) *Faluns landais* genannt werden, bestehen theils aus kalkigem Sand, der immer auch etwas thonig ist, aus Körnern von Eisenerz und aus Meermuscheln mit gut erhaltenen Schalen, theils sind sie vorzugsweise aus einem Haufwerk dieser zusammengesetzt. Diese Faluns stehen zu Saucats bei Bordeaux, zu Salles in den Landes und in den Umgebungen von Dax am Adour in der innigsten Verbindung mit der *Molasse coquillière*, und gehen ganz in dieselbe über. „Beide führen“, sagt Dufrénoy, „die ganz gleichen Muschelreste.“ Vergleicht man nun die Liste der fossilen Conchylien der *Faluns landais*, welche

Dufrénoy in seiner Beschreibung des Tertiaergebirges von Südfrankreich mittheilt *), mit der Aufzählung der fossilen Conchylien der Subapenninen-Bildung, welche Bronn **) gegeben hat; so zeigt die grosse Zahl der in beiden Bildungen vorkommenden und ganz übereinstimmenden Geschlechter und Arten, und namentlich vieler Leitmuscheln, dass man die *Molasse coquillière*, die *Faluns landais*, und sofern diese, wie Dufrénoy angibt ***), ganz mit den *Faluns der Touraine* (im unteren Theile des Loire-Thales) übereinstimmen, dass man alle diese Bildungen mit mehr Recht dem *alt-pliocänen* Molassegebirge, als dem *miocänen* Tertiaergebirge beizählen kann †).

Die Sandmasse, welche den oberen Theil des Hügels bildet, worauf Montpellier erbaut ist, ruht auf dem *Calcaire moëllon*, und enthält, wie dieser, die fossilen Reste der Subapenninen-Bildung. Die *Molasse coquillière* mit den *Faluns* und dem *Calcaire grison* der Loire-Gegenden, der *Calcaire moëllon*, der *Meeressund* von Montpellier und von Perpignan (S. 909) repräsentiren die schweitzerische *Meeres-Molasse*. Die Gruppen des *Gypses* und der *Braunkohlen*, welche in Südfrankreich *unter* der *Molasse coquillière* in grosser Entwickelung liegen, befinden sich in der Stellung der *unteren Süsswasser-Molasse* der Schweitz. Der *Süsswasserkalk*, der bei Concuron nach Dufrénoy (a. o. a. O.) unmittelbar die *Molasse coquillière* bedeckt, bei Montpellier den *Meeressand*, und auch bei Marseille und bei Saucats unfern Bordeaux auftritt, worin Jules de Christol die Reste des *Hipparion* gefunden haben soll, eines Thieres, das zu den Pachydermen gehört, wahrscheinlich mit dem *Hippotherium* Kaup. identisch ist, das man aus der Eppelsheimer Miocän-Bildung kennt. (Vergl. Bronn, Nomenclator, Geschichte der Natur Bd. III., 1ter Th., S. 588

*) Mémoires pour servir à une description géologique de France, t. III. Paris 1836. S. 118.

**) Italiens Tertiaergebilde und deren organische Einschlüsse. Heidelberg 1831. Vergleiche auch Bronn's Enumerator.

***) Am a. O. S. 115.

†) Dieser Ansicht ist auch Studer, Jahrb. für Min. 1841, S. 232, und ebendaselbst 1843, S. 307. Ich selbst konnte bei einer Bereisung der betreffenden Gegenden 1847, von Genf an bis Marseille, nur zu der ausgesprochenen Ansicht gelangen.

und 589, so wie BRONN, Enumerator, Gesch. d. Nat. Bd. III., 2ter Th., S. 707): dieser Süsswasserkalk scheint die *obere* Süsswasser-Molasse zu repräsentiren.

Auf der Südseite der Pyrenäen ist in *Spanien* das Tertiaergebirge ebenfalls stark entwickelt, und so viel man davon bis jetzt kennen gelernt hat, in zwei Abtheilungen, wovon die obere den pleistocänen, die untere aber den alt-pliocänen Schichten angehört. Jene liegen abweichend gelagert über diesen, bestehen aus Sand und Geröllen, die theils locker, theils durch ein sandsteinartiges Cement verkittet, theils in eisenschüssige Thonlagen eingestreut sind. Diese Gebilde zeigen in Castilien, Estremudura und Andalusien ganz dieselben Charaktere, welche die alten Alluvionen in der Provence und im Dauphiné zeigen (S. 880), nehmen mitunter bedeutende Höhen ein, und erreichen die grössten an der Sierra-Nevada, wo sie augenscheinlich durch die zur Zeit der Hebung der östlichen Alpen erfolgte aufsteigende Bewegung in diese Lage gekommen sind *).

Die pliocänen Schichten füllen vorherrschend als *Süsswasser-Bildungen* den Grund der Thäler aus, welche in Spanien breite, grosse Becken bilden, die ehemals Seegrund waren. Es ist augenscheinlich, dass diese Thäler, die grösstentheils, wie z. B. das des Duero, Tajo, der Guadiana, des Guadalquivir Nord-Ost-, Süd-West-Richtung 17° haben, einst theils jedes von einem grossen See, theils von mehreren, getrennt und stufenweise über einander liegenden See'n eingenommen waren.

Nach EZQUERRA DEL BAYO **) bestehen diese Bildungen im Allgemeinen aus *drei* Abtheilungen. Zu oberst liegen vorherrschend Kalkschichten, in der Mitte Mergel und Gyps, zu unterst Thone und Conglomerate, welche letzteren häufig das Ansehen der Nagelfluhe haben.

In mehreren Gegenden treten auch Meeres-Bildungen auf. Eine der wichtigsten ist in dieser Beziehung der Küstenstrich zwischen Carthagena und Malaga in Sudspanien.

In der Provinz Teruel in Aragonien liegt im Thal des Guadalaviar eine Süsswasser-Bildung, welche durch einen grossen

*) LEPLAY, Ann. des mines, 3te serie, Vol. VI. 1834.

**) Ann. des mines d'Espagna 1845.

Schwefelgehalt ausgezeichnet ist. Maestre *) theilt sie in vier Gruppen ab. Die erste oberste davon bildet im Nordwesten von Teruel die Hügel, in deren Schichten bei Coneud Reste vom Ochsen, Pferd, Mastodon und von einem grossen Wiederkauer gefunden worden sind. Darauf folgen Schichten von weissem und rothem, theils krystallinischem, theils dichtem Gyps, sandige Gypsbänke, die Glaubersalz enthalten und Braunspath, und ein zerreiblicher Kalkstein mit Lymneen und Planorben, der theils in Kalksandstein, theils in Kalkconglomerat verlauft.

Die zweite Gruppe besteht aus einer Reihenfolge von kieseligem dichtem Kalk mit Süsswasser-Conchylien, von gelblichem Sandstein, mächtigen Conglomerat-Bänken, unter denen wieder ein kieseliger dichter Kalk liegt.

Die dritte Gruppe ist die schwefelreiche. Es folgen hier von oben herab auf einander: 1) Gelber, harter, kieseliger Kalk mit Planorben, Paludinen u. s. w. 2) Rother, dichter Gyps. 3) Ein Kalkstein von ähnlicher Beschaffenheit mit eingestreutem Schwefel. 4) Ein schwarzer, harter Steinkalk. 5) Weisser und rother, dichter Gyps. 6) Weisser, erdiger Kalkstein. Die Mächtigkeit dieser oberen 6 Lagen beträgt reichlich 67 Meter. Darunter folgen: 7) Bituminöse, gypsführende Mergel mit Gypskrystallen und verkohlten Pflanzenresten, die immer die Schwefelschichten begleiten. 8) Fasergyps. 9) Schwefel, dessen reinste Massen in Gyps zerstreut sind, und eine gelbe Farbe haben; er enthält bis 95 Procent reinen Schwefel. Gewöhnlich hat die Schwefelschicht eine grün-graue Farbe, und enthält nur 50 bis 60 Procent reinen Schwefel. Es liegen Planorben, Paludinen, Lymneen in dieser Schicht zerstreut, mit gewöhnlich gut erhaltenen Schalen. Häufig sind sie mit Schwefel ausgefüllt. Auch die Pflanzenreste, Charastengel, Coniferen-Holz sind von Schwefel durchdrungen. Man zählt bis 7 Wechsel von Schwefel- und Mergelschichten, deren mächtigste Entwickelung im Nordtheil des Thales zu sehen ist, bei Zanillos Santa Anna de Herrero. Südwärts gegen Coltibera zeigen sich Schichten von Feuerstein schwefelhaltig. 10) Tiefer in dieser Gruppe liegen: gyps-

*) Bullet. soc. géol., 2te serie, Vol. II. 1845. M. Braun, Bullet. soc. géol., Vol. XII. 1841.

führende, bituminöse, hellgraue Mergel und 11) Süsswasserkalk.

Die vierte unterste Gruppe endlich besteht aus conchylienleeren Sandstein- und Kalk-Schichten, blauen Mergeln mit Braunkohle und aus Sandstein-Schichten, die stellenweise in ein Conglomerat verlaufen, und unmittelbar auf der Kreidebildung aufliegen.

Auch die Umgebungen von Madrid bestehen aus Süsswasserbildungen, welche am Cerro de San Isidoro Reste von Pachydermen und Wiederkäuern einschliessen. Es wurden hier Reste gefunden von: Mastodon angustidens; ferner Schweinsartige Thiere, unter denen eines zunächst an Sus palaeochöros erinnert; Reste von einem eigenen, mit Rhinoceros, Anoplotherium und Palaeotherium verwandten Thiere, welches H. v. Meyer *) *Anchitherium Esquerrae* genannt hat. Die Wiederkäuer gehören zweien Arten von *Palaeomeryx* an, von denen die eine, *Palaeomeryx Scheuchzeri*, so häufig in der Molasse der Schweitz vorkommt. Die Knochen führenden Schichten gehören zu den untersten dieser Ablagerung.

In dem grossen Central-Becken, südlich von Aranjuez, welches der Tajo und der Jurama mit ihren Zuflüssen durchströmen, lagert nach Garcia **) unter der beschriebenen Schichtenreihe eine grosse *Steinsalz* und *Gyps* führende Tertiaerbildung. Die obere Gruppe, die im Tajo-Gebiet keine bauwürdigen Gypsablagerungen enthält, erhebt und dehnt sich hier hin und wieder zu sehr hohen und ausgebreiteten Plateaus. Unfern Guadalajara bildet sie eine zusammenhängende Hochebene von 5 bis 6 Quadratstunden Oberfläche, deren Kalke ganz mit Planorben, Lymneen, Succineen und Helix-Arten erfüllt ist.

Im Thal des *Ebro* ist die untere salzführende Gruppe mächtiger entwickelt, und schliesst unfern Tudela bei Valtierra bauwürdige Steinsalzmassen ein. Das Salz wird von Gyps begleitet, in welchen seine Bänke allmählig verlaufen; sie folgen auch allen Windungen, welche die Gyps-Schichten machen.

*) Jahrb. für Mineralogie 1844. S. 289 ff.

**) Esquerra del Bayo, im Jahrb. für Min. 1835. S. 335.

Man hat das Steinsalz bereits auf eine Längenerstreckung von 2000 Fuss in der Richtung von NW. nach SO. und auf eine Breitenausdehnung von ungefähr 300 Fuss abgebaut. Die ganze bauwürdige Salz-Lage hat eine Mächtigkeit von 7 Fuss. Es liegen in ihr aber mehrere Mergelstreifen, so dass für das Steinsalz nur eine Mächtigkeit von 3 Fuss bleibt.

Im Tajo- wie im Ebro-Becken orientirt man sich leicht in der oberen Tertiaerbildung vermittelst einer bald thonigen, bald kalkigen Bank von Lymneus stagnalis & Planorbis marginatus. In der salzführenden unteren Abtheilung wurden bis jetzt noch keine Conchylien-Reste gefunden.

Im Becken des *Duero* sind die oben S. 1015 bezeichneten 3 Gruppen des Süsswasser-Gebildes mächtig entwickelt. Die ganze bekannte Mächtigkeit beträgt 600 Span. Fusse. Die Lagen von Thon, Sand, Mergel werden durch die Witterung und insbesondere durch die Tagewasser ausserordentlich stark angegriffen, und daher sind überhaupt die Schichten dieser spanischen Tertiaerbildung einer ungewöhnlichen Zerstörung unterworfen. Die Flüsse haben sich tiefe Rinnen eingegraben, die Gehänge der Berge sind dadurch oft senkrecht abgerissen, die Hochflächen vielfältig kahl und einen traurigen Anblick darbietend, oder nur sparsam mit Gräsern und Kräutern bewachsen und dann als Schaafweiden benutzt.

Im Thal des *Duero*, der seinen Namen nach dem kleinen daran liegenden Dorfe *Puente Duero* unfern Valladolid erhalten hat, sind die Gehänge mehrfältig auf Strecken von 2 bis 3 Stunden steil abgerissen, und daran der grösste Theil der ganzen Schichtenreihe zu Tage gelegt; in der Umgegend von Valladolid & Valencia auf Höhen bis über 500 Fuss. Vom Thale aus haben diese Abstürze das Ansehen senkrecht aufsteigender Berge. Ihre zusammenhängenden, ziemlich wagerechten Höhen bilden jene unfruchtbaren öden und traurigen Hochebenen Alt-Castiliens, die man in der Landessprache „*Paramos*" nennt. An ihren steilen Abstürzen sieht man die ganze Aufeinanderfolge der Schichten von Berg zu Berg fortlaufen und in gleichen Höhen fortziehen, und ebenso an den Seiten der Hügel, die von der Haupt-Bergmasse abgelöst, oftmals vereinzelt stehen und die Gestalt isolirter Säulen haben.

Die Höhen nimmt ein *Kalkstein* ein, der oft kieselig und der ungebaute Boden der Hochebenen ist. Die fast aller-

wärts darin liegenden kleineren und grösseren Kiesel-Nieren wittern an der Oberfläche aus, wodurch das Gestein ein Ansehen erhält, als wäre es von Würmern zernagt, eine Beschaffenheit, die diesen Kalk von anderen Kalkschichten augenfällig unterscheidet. Er hat eine Mächtigkeit von 80 bis 100 Fuss, und schliesst zahlreiche Lymneen und Planorben ein. Die Kiesel-Nieren bestehen oftmals aus gut charakterisirten Feuerstein, Halbopal und Chalcedon.

Die darunter liegende *zweite* Gruppe besteht vorherrschend aus *thonigen* Schichten; in mehrmaligem Wechsel mit Mergeln und Lymneen-Kalk. Die Thonlagen sind mit weissen Gypsspath-Zwillingen erfüllt, denen vom Montmartre ähnlich, und stellenweise so häufig, dass der Thon nur als umschliessendes Bindemittel erscheint. Im Ebro-Thal sind die Gyps-Krystalle roth und einfach. Die Landleute des Duero-Thales haben in der Gegend von Olmedo & Valladolid den seltsamen Gebrauch, die schönen Gyps-Zwillinge beim Keltern des Weins unter die Trauben zu mengen. Diese Gruppe ist durchschnittlich mehr als 200 Fuss mächtig.

In dem zu Navarra gehörigen Theil des grossen *Ebro*-Beckens erscheint diese Gruppe als eine mächtige *Gyps*-Bildung. In ihrer halben Höhe befindet sich eine bald mergelige, bald kalkige Lage mit Lymneen und Planorben, die einzige conchylienführende der ganzen Schichtenreihe, welche diese Ablagerung als eine Süsswasser-Bildung bezeichnet. Lagen von Kalkstein, Sandstein, Thon und Mergel wechseln vielfältig nnd in variirender Mächtigkeit mit einander ab, und führen insgesammt, vorzugsweise aber immer die thonigen, Gyps, der mitunter in Adern und kleinen reineren Lagen auftritt. Die thonigen und mergeligen Lagen sind durch eingemengtes Eisenoxyd roth gefärbt. Diese gypsige Ablagerung hat eine Mächtigkeit von ungefähr 300 Fuss.

Unter ihr, in gleicher Stärke, liegt eine vorherrschend hellfarbige, weisse zweite und viel reichere Gyps-Bildung. Sie besteht aus regelrechten, zum Theil sehr mächtigen Lagen von Gyps, die mit Schichten von Thon, Sandstein und blauem Mergel wechsellagern. Wo die Tagewasser in diese beiden Bildungen Furchen und Schluchten eingegraben haben, da sieht man sie öfters unmittelbar über einander liegen. In dem

unfern *Tudela* liegenden, zur Schaafweide bestimmten Landstrich, unter dem Namen *la Bardena* bekannt, eine wahre Wüste von 14 Quadrat-Stunden Oberfläche, kann man schon aus der Ferne beide Lagen an der Färbung erkennen. Die Schichten zeigen sich hier stark geneigt und im Grossen gewunden. Zu *Alfaro* wird eine über 20 Fuss mächtige Gypslage in dieser Ablagerung abgebaut, welche theils blau, theils blendend weiss ist. Bei dem kleinen Dorfe *Ablitas* gewinnt man den schönsten Alabaster.

Wo diese Tertiaerbildungen, wie im Nordtheil des Ebro-Beckens, in grosser Ausdehnung auftreten, da gewähren sie, nach allen Richtungen von den Tagewassern durchfurcht, unangebaut, in nackten zerstreuten Hügeln fortliegend, einen öden, traurigen Anblick, und während der warmen Sommerzeit sind hier die Sonnenstrahlen kaum zu ertragen.

Die *dritte* unterste Gruppe ist hinsichtlich ihrer Mächtigkeit noch nicht ganz bekannt. Durch den Bau des Canals von Castilien wurde sie indessen so tief aufgeschlossen, dass ihr Hauptcharakter erkannt werden konnte, der darin besteht, dass *Nagelfluhe-Bänke* in mehrfachem Wechsel mit mergeligen, thonigen und sandigen Lagen auftreten. Unmittelbar auf die letzte Lage der zweiten Gruppe, die ein Planorben-Kalk bildet, folgt eine Nagelfluhe-Bank von 20 Fuss Stärke; darauf folgt der Wechsel mit genannten Lagen in der Art, dass unter der ersten Nagelfluhe eine feinkörnige Sandlage auftritt, worin zerstreut Ueberbleibsel grosser Säugethiere liegen. Stellenweise sind die Sandkörner zu einem festen Sandstein verbunden, den man in Ermangelung eines besseren Materials als Baustein benutzt. Bei Valladolid wurden in dieser Lage Reste von Elephas & Mastodon gefunden. Auf die Knochenschicht folgt mitunter eine Sandlage mit vielen wohl erhaltenen Lymneen & Planorben. Diese, sowie Paludina impura lebten also während der ganzen Bildungszeit dieser Tertiaerbildung. Sowohl die Paludina-Art, als die herrschende Lymneus- (stagnalis) und Planorbis- (marginatus) Art gehören der heutigen Fauna an, und bezeichnen mit Elephas & Mastodon das Alter der Bildung *). Auch im Ebro-Thal hat man bei Toledo

*) Esquerra del Bayo, Jahrb. für Min. 1836. S. 188 ff.

Reste von Elephas und Mastodon in der gleichen Ablagerung gefunden *).

In Aragonien umschliesst die untere Abtheilung in der Provinz Barcellona Braunkohlen-Flötze, und erreicht die obere um Lerida & Tarragona eine Stärke von 67 Meter **). In der Provinz Terruel ist auch eine meerische Tertiaerbildung vom Alter der Molasse abgelagert, ebenso am Südfuss der Sierra Morena, sodann um Vittoria, ferner im Süden, um Cordona in Andalusien, an der Mündung des Guadalquivir (Cadix, Insel Leon, San Lucar, Chielana, Conil, Vejer) und in Granada längs der Küste von Cartagena bis Malaga ***). Die zerrissene meerische Tertiaerbildung letzterer Provinz liegt an den beiden Abfällen der Sierra Nevada. Nach Silvertop unterscheidet man bei dem Gebilde längs der Küste am Südfuss der Sierra Nevada zwei Abtheilungen. Beide stellen sich bei Malaga in folgender Weise dar: Die untere Abtheilung besteht aus einem Ziegelthon von bräunlich-gelber und dunkelblau-grauer Farbe, der gegen 70 Fuss mächtig, von kleinen Gyps-Schnüren durchzogen ist, und eine Menge Meeres-Conchylien einschliesst und andere Thierreste. Von diesen wurden genauer bestimmt: *Tritonium nodiferum*, *Natica canrena*, *Lucina incrassata*, *Pecten pleuronectes* und *corneus*, *Strombus gallus*, *Pleurotoma colon*, *Turritella incrassata*, microscopische *Foraminiferen*, *Hayfisch*-Zähne und Wirbel von *Delphinen*. Diese Reste deuten ein miocänes Alter an. Zu Malaga liegen diese Schichten nur 50 Fuss über dem Meere, zu Alaurin aber in einer Seehöhe von 1000 Fuss. Sie ruhen auf krystallinischem Kalk in der Nähe einer Serpentin-Masse.

Die obere Abtheilung ist aus Lagen von Sand, sandigem Lehm, Mergel, grobem Sandstein und Conglomerat zusammengesetzt, die in horizontaler Lage mehrfach abwechseln und folgende Reste einschliessen: Ostrea crassissima Lam., Balanen, Pecten und Cardien lebender Arten. Dies zeigt ein pliocänes

*) Traill, On the geology of Spain (Rep. on the 7tn. Meet. brit. Assoc. of Liverpool 1837, London 1838. Vol. VI.

**) Maestre, Ann. de Min. d'Esp. 1843, Vol. III., und daraus im Bull. soc. géol. 1845, 2te serie. Vol. II.

***) Leplay, Itinéraire d'un voyage en Espagne. Ann. des Min. 1834. Vol. V. Silvertop, in Jams on Edinb. Journ. 1833.

Alter an. Eine unmittelbare Auflagerung dieser Schichten auf die vorigen sieht man nicht; sie liegen aber in deren Nähe und in einem höheren Niveau. Beide Abtheilungen erscheinen auch noch an einigen anderen Punkten dieser Gegend, aber in geringerer Ausdehnung und Stärke.

Auffallend hat sich bei Malaga seit Menschen-Gedenken das Niveau des Landes zum Meer verändert. Der schöne Stadt-Theil Alameda wurde unmittelbar am Meer erbaut, wo die Schiffe anlegten, steht aber heute rückwärts von diesem. Die Stelle des alten See-Thores und der maurische Wall, die einst unmittelbar am Meer lagen und davon bespült wurden, liegen jetzt einwärts der Küste.

Mit Unterbrechungen zeigen sich zwischen *Malaga* & *Carthagena* Schichten der pliocänen oberen Gruppe bei *Velez Malaga*, 20 Meilen östlich von Malaga, zwischen diesem und Almeria am Fusse der Sierra de Gador, 2 Meilen von *Almeria*, östlich davon in der Niederung bis La Carbonera. Man ersieht daraus, dass das Meer früher den Fuss der Sierra de Alhamilla und der Sierra de Gador bespülte.

In *Portugal* liegen an der Mündung des *Tajo* in den Umgebungen von *Lisabon* meerische Schichten *), worin viele Conchylien der Faluns der Garonne-Gegend vorkommen, die, sowie die Ostrea longirostris, welche darin häufig ist, das pliocäne Alter derselben anzeigen.

In *Sicilien* gehört nach den Beobachtungen von Pinteville das *schwefelreiche* Gebilde von *Girgenti*, *Cattolica*, *San-Filippo* und *Leon-Forte* den Subapenninen-Schichten an **). Es besteht aus einer Schichtenreihe, in welcher von unten herauf liegen: Bänke von Conglomerat, darüber Sandstein, und auf diesem bituminöse Mergelschichten von blauer und schwarzer Farbe. Das ganze ruht auf den obersten Schichten der Sicilischen Kreidebildung, welche Hippuriten umschliessen. In dem Mergelgebilde liegen untergeordnete Lager von Kalkstein, die streckenweise eine grosse Ausdehnung haben, so wie Thon- und

*) Eschwegl, in Karst. Archiv Bd. IV. und Bd. VI.; Sharpe, on the geology of the environs of Lisbon, Proced. geol. Soc. of London 1839, Vol. III.; Transact. geol. Soc. 1841. Vol. VI.

**) Bull. soc. géol. 1843. Vol. XIV.

mächtige Gyps-Massen. Der Schwefel kommt im Mergel, Thon und Kalkstein vor. Das Schwefel-Vorkommen ist in dieser, über einen sehr grossen Theil der Insel ausgebreiteten Bildung *) bekannt von *Girgenti* und *Cattolica* an, die in der Meeresnähe auf der Südseite der Insel liegen, bis *Leon-Forte* und *Centorbi* nordwärts, die ziemlich die Mitte der Insel bezeichnen. Ein ausgezeichneter Begleiter des Schwefels ist *schwefelsaurer Strontian*, der in vielen Schwefelgruben (Solfare), am schönsten aber und in ganz prachtvollen Gruppen und Drusen der vollkommensten Krystalle in den Gruben um *Girgenti* gefunden wird.

Die Versteinerungen, welche PINTEVILLE in dieser Bildung gefunden hat, charakterisiren die Subapenninen-Schichten; sie finden ihre Analoga zum grossen Theil noch in Conchylien der heutigen Meere. Das Schwefel-Gebirge ist die älteste Tertiaerbildung Siciliens, und wurde im Beginn der Zeit der Subapenninen-Formation abgesetzt; theils auf den Hippuriten-Kalk, theils auf ältere Basalt-Lagen. Seine Schichten sind vielfach stark aufgerichtet und sogar verschoben. Diese Veränderung ihrer ursprünglichen Lage haben sie wahrscheinlich während der Gypsbildung und des gleichzeitig damit anzunehmenden Schwefel-Absatzes erlitten. An vielen Stellen sieht man diese Schichten von den horizontalen Thonen der Subapenninen-Straten in ungleichförmiger Lagerung bedeckt. Auf diese Weise ist die Reihe der Schichten der Subapenninen-Formation in Sicilien in zwei Abtheilungen, in eine untere und eine obere getheilt, welch letztere mit den Thonlagen beginnt, die als geognostischer Horizont dienen können **). Die schwefel-

*) Siehe: FR. HOFFMANN's geognostische Charte von Sicilien, die der Ausgabe seiner geognostischen Beobachtungen, Berlin 1839, beigefügt ist.

**) Die Ansichten über das geologische Alter der Sicilischen Schwefelbildung sind sehr verschieden. DAUBENY hatte sie früher und zuerst zur Subapenninenbildung gezählt (JANSON ED. PHIL., Journ. Nr. XXV., July 1825); LYELL hält sie für älter (Principles of Geology, Vol. III.). Er fand darin unfern Radusa viele Fischreste. PREVOST (Bull. soc. géol. 1831, Vol. II.) hält die Schichten für eine Zwischenbildung, zwischen dem Secundär- und dem Tertiaergebirge. FR. HOFFMANN (Geognostische Beobachtungen, gesammelt auf einer Reise durch Italien und Sicilien 1830—1832, S. 380) zählt die Schwefelbildung zu den obersten Schichten

reiche Ablagerung ist auch noch durch einen Reichthum an *Steinsalz* ausgezeichnet. Es wird bei *Castrogiovanni Ragolmuto* & *Cattolica*, die in einer von NO. gegen SW. gerichteten Linie liegen, und weiter nordwärts bei *Sperlinga* & *Priola* gewonnen. Von diesen beiden befindet sich die erstere Lagerstätte ganz im Sandsteingebirge, letztere in einer Reihenfolge der mannigfaltigsten mit einander wechselnden Gesteine. Alle Steinsalz-Lagerstätten begleiten aber das Schwefel-Vorkommen am nördlichen Rande seiner Verbreitung, und sind ebenfalls mit Gyps und Thon vergesellschaftet. Wahrscheinlich hat das Steinsalz eine viel grössere Verbreitung, als derzeit bekannt ist. Bei der leichten und wohlfeilen Gewinnung des Seesalzes an den Küsten ist aber keine Veranlassung vorhanden, dasselbe aufzusuchen. Die wenigen bekannten und leicht zugänglichen Punkte seines Vorkommens werden aus diesem Grunde nur in geringem Maasse benutzt. Das Hervortreten vieler Salzquellen und das salzige Wasser vieler Bäche und Flüsse (worunter *Fiume salito* unfern *Serradifalco* einer der wasserreichsten ist) deutet die weite Verbreitung des Steinsalzes sehr bestimmt an.

der Sicilischen Kreidebildung. PAILLETTE (Comptes rendus 1843, Vol. XVI., 8. Mai) stellt sie in Parallele mit dem eocänen Pariser Grobkalk, und DUFRÉNOY, der über PAILLETTE's Beobachtungen in der Academie Bericht erstattete, mit den obersten Kreidelagen, wie HOFFMANN. PINTEVILLE, dessen Beobachtungen wir oben mitgetheilt haben, spricht sich auf folgende Weise aus:

„Ce groupe caracterisé par les fossiles que nous avons cités, au lieu d'être classé dans la formation cretacée, doit être rapporté à la période tertiaire. Placé à la base du terrain tertiaire de la Sicile, cette position le signale comme en représentant les couches les plus anciennes, quoique la plupart des espéces mentionnées, vivantes encore dans les mers actuelles, indiquent une origine comparativement très récente. Déposé au commencement de la période sub-apennine sur le calcaire à Hippurites et sur les roches basaltiques préexistantes, dont quelques unes même avaient précédé le depot de ce calcaire, il à subi un mouvement général de dislocation, coincidant avec la production du gypse et du soufre, antérieurement au depôt des argiles sub-apennines qui le recouvrent fréquemment en stratification discordante. Cette dernière circonstance introduit une division marquée dans la formation tertiaire subapennine de la Sicile et la coupe en deux étages, l'un inferieure, l'autre supérieur, les argiles formant la base du dernier et servant d'horizon pour le distinquer."

In mehreren Schwefelgruben kommt auch *Bernstein* vor, der sich durch tiefe braun-gelbe Farbe und Durchsichtigkeit bemerklich macht.

Die Schwefelgewinnung ist ein wichtiger Betriebszweig Siciliens, und versorgt den grössten Theil Europas mit diesem für die chemische Technik so werthvollen Material, die den grössten Theil desselben zur Bereitung der *Schwefelsäure* verwendet, welche dann in der grössten Menge zur Zersetzung des *Salzes* behufs der *Soda-Fabrication* benutzt wird. Durch die Ausdehnung und den ungemeinen Umfang, den diese Fabrication in den letzten Decennien, besonders in England, Frankreich und Deutschland erreicht hat, wurde die Schwefelgewinnung in Sicilien ausserordentlich belebt, und die Unternehmung des Betriebes von immer mehr und mehr Schwefelgruben angeregt. Englische und französische Gesellschaften schlossen Lieferungs-Verträge ab, wobei diese und die Eigenthümer der Schwefelgruben Vortheil hatten. Das zog aber bald eine fort und fort sich vergrössernde Anzahl von Schwefel-Gräbern herbei, wodurch die Production sich in dem Maasse vergrösserte, dass sie die Nachfrage und die vertragsmässig abzuliefernden Quantitäten weit überstieg. Die natürliche Folge davon war, dass die Preise sanken und im freien Verkauf unter die in den abgeschlossenen Verträgen festgestellten herunter giengen, was die Abschliesser der Verträge zu dem Versuch, gleiche Preise zugestanden zu erhalten, führte. Bekanntlich entspann sich desshalb und darüber, dass die Neapolitanische Regierung eine Ausfuhrabgabe auf den Sicilischen Schwefel gelegt hatte, der *Sicilische Schwefelstreit.*

Es werden gegenwärtig in Sicilien gegen 150 Schwefel-Gruben betrieben, welche 3000 erwachsene Arbeiter und 4000 Kinder beschäftigen; für den Transport sind, da nur in einigen wenigen Gegenden derselbe vermittelst Karren bewerkstelligt werden kann, 3000 Maulthier-Treiber und 10,000 Lastthiere erforderlich *). Alle Gruben, die von der Küste nicht weiter als 4 bis 6 deutsche Meilen entfernt sind, befinden sich in vollem und vortheilhaftem Betriebe; jene aber, welche in der Umgebung von Castrogiovanni, in der Mitte der Insel, und also sehr weit vom Meer entfernt liegen, gestatten keinen vortheilhaften Betrieb, weil die Transportkosten zu hoch sind. Davon macht nur die reichste aller Sicilischen Schwefel-Gruben eine Ausnahme, die Grube von *Gallizi.* So lange in früherer Zeit die jährliche Schwefel-Production 300,000 Cantaren (1 Cantaro = $79\frac{1}{3}$ Kilogr.) oder 476,000 Zentner nicht überstieg, lieferte diese Grube allein $\frac{1}{3}$ der ganzen Production Siciliens. Bei dem raschen Aufschwung der Soda-Fabrication war

*) Du Cussy, Bullet. de la Soc. géolog. de France, 2e série. Vol. IV.

die Nachfrage nach Schwefel sehr stark und sein Preis über den gewöhnlichen gestiegen. Die Production, welche 1830 350,000 Cantaren betrug, war 1835 schon auf 663,595 Cantaren gestiegen. Vom 1. November 1842 bis zum Monat December 1843, also in 14 Monaten, betrug die Ausfuhr das bis dahin unerreichte Quantum von 1,200,000 Cantaren = 1,904,160 Zentner; 1844 wurden 1,324,160 Zentner ausgeführt, worauf die Stockung von 1845 wegen der aufgelegten Ausfuhrabgabe eintrat, und nur 873,000 Zentner ausgeführt wurden. Gegenwärtig beträgt der mittlere Durchschnitt des Ausfuhrquantums 800,000 Cantaren = 1,225,440 Zentner.

Die Schwefel-Erze sind sehr verschieden. Mitunter findet man den Schwefel ziemlich rein ausgeschieden. Gewöhnlich aber kömmt er auf Trümmern oder gangartig im Mergel und Kalkstein vor, mit dem Gestein mehr oder weniger vermengt. Die reichsten Erze dieses Vorkommens geben nur 25 Procente Schwefel. Bei der, allerdings noch sehr rohen, von den Saracenen abstammenden Methode des Aussaigerns in offenen Heerden, geht natürlich viel verloren. Wo das Schwefel-Erz gebräche, leicht zu gewinnen und auszusaigern ist, da betragen die niedrigsten Selbstkosten für den Cantaro-Schwefel im Durchschnitt 2 Tarins = 90 Centimes. Der Verkaufspreis beträgt, frei an Bord geliefert, für den Schwefel 1ter Qualität 14 Tarins, für den 2ter Qualität 13 Tarins und für den 3ter Qualität 11 Tarins 5 Gr. pro Cantaro = 79⅓ Kilogr., was 6,30, 5,55 und 5,17 Franken beträgt. Da in Sicilien selbst der Verbrauch an Schwefel höchst unbedeutend ist, so ersieht man, was für ein höchst wichtiger Gegenstand bergmännischer Industrie und des Handels die Gewinnung und die *Ausfuhr* des Schwefels für Sicilien ist.

In *Griechenland* liegt, besonders im Nordtheil von *Morea* und auf mehreren Inseln, ein tertiaeres Conglomerat, welches Boblay & Virlet *) mit der Nagelfluhe des schweitzerischen Molasse-Gebildes vergleichen. Es besteht aus verschiedenartig gefärbten Rollsteinen von Kalk, von Sandsteinen der Kreideformation, von Jaspis und Kieselsteinen, die durch ein kalkiges Cement verkittet sind. Auf der Insel *Spezzia* wechseln die Conglomeratbänke mehrfach und bis zu einer Höhe von 1000 Fuss mit Schichten von zerreiblichem sandigem Kalkstein und Thonmergeln ab, die rothe und braune Färbungen haben. Eine solche Reihenfolge von Schichten constituirt beinahe die ganze Halbinsel Kranidi, und dehnt sich gegen NO. bis in die Fläche von Argos aus, wo sie die an das Gebirge

*) Géol. et min. de l'exped. scient. de Morée, Paris 1833. p. 212 ff.

von Mycene angelehnte Hügelreihe zusammensetzt. Dieses Conglomerat bekleidet auch den nördlichen Fuss der Berge, welche den Golf von Corinth begrenzen, so wie der Bergzüge, welche die Ebenen von Nemea und Phliontha umgeben. Das Gebirge von Ziria trägt am Süd- und Nordabfall diese Conglomerat-Schichten, die hier bis zu einer Höhe von 5000 Fuss ansteigen. Auch der ganze Nordabfall des Achaischen Gebirges ist von Mavronoros an bis Voida davon bedeckt, jedoch mit einzelnen Unterbr.chungen durch das zwischenliegende Secundärgebirge. Die Schichten sind hier in einer nordöstlichen Linie aufgerichtet. Will man hiernach, da in diesen Schichten zur Zeit noch gar keine organischen Reste gefunden worden sind, das Alter derselben bestimmen, so muss man davon ausgehen, dass jene Richtung diejenige der östlichen Alpen ist, welche ihrer Hauptmasse nach erst *nach* dem Absatz der Subapenninen-Schichten erhoben worden sind. Demzufolge ist die griechische Nagelfluhe-Bildung mit diesen von gleichem geologischen Alter. Sie ist nach den Beobachtungen von Sauvage *) auch auf der Insel *Euböa* entwickelt, und besteht hier aus Grünstein- und Serpentin-Trümmern, die durch ein kalkiges oder mergeliges Bindemittel zusammengehalten werden. Auf *Milo* liegt an seiner Stelle ein trachytischer Tuff mit Bimsstein-Stücken, der stellenweise in einen Sandstein übergeht, welcher an die Molasse erinnert, und hin und wieder Meer-Conchylien einschliesst. *Ueber* der Nagelfluhe tritt eine Reihe von Thon-, Sand-, Mergel- und Kalkstein-Schichten auf, in welcher die charakteristischen Versteinerungen der Subapenninen-Schichten liegen. Gewöhnlich ist zu unterst eine Ablagerung von bläulichem Mergel, worin mehrfältig Braunkohlen liegen. Darüber lagern gelbe, kalkige oder grünliche glimmerführende Sandschichten, in denen die Hauptmasse der Versteinerungen vorkommt, und namentlich drei Lagen voll Austern, die allenthalben auftreten. Nach oben folgen Bänke eines petrefaktenarmen feinkörnigen festen Kalksteins, der in ganz Griechenland als vortrefflicher Haustein bekannt ist, und heute noch mit dem vom Alterthum ererbten Namen *πέτρος πόρος* bezeichnet wird. Die Mächtigkeit dieser oberen Schichtenreihe beträgt über 200 Fuss. Sie erscheint auf dem griechischen

*) Ann. des Mines 1846. t. X.

Festlande in einer durchschnittlichen Höhe zwischen 300 bis 400 Meter, und ist in abweichender Lagerung auf die geneigten Nagelfluhe-Bänke abgesetzt. Im Norden, zwischen dem Golf von Corinth und dem steilen Abfall der Gebirge Achaias, bildet sie nur einen schmalen, oft unterbrochenen Streifen. Auf der Landenge von Corinth und Megara aber tritt sie in mächtiger Entwickelung und als alleinige Gebirgsbildung auf, ferner im Golf von Attika; sie constituirt den flachen Theil der Inseln Platia, Eleusa, den Nordtheil von Egina, einen beträchtlichen Theil von Milo, Euböa, ist in den Niederungen von Elis & Messenien ausgebreitet u. s. w.

Wir unterscheiden bei dieser griechischen Pliocän-Bildung also dieselben Abtheilungen, welche PINTEVILLE uns bei den analogen Sicilischen Schichten kennen gelehrt hat (siehe oben S. 1023). In der oberen wurde Mesopithecus Pentelicus gefunden.

Die wichtigsten Braunkohlen-Ablagerungen sind diejenigen von *Kumi* auf *Euböa*, von *Marko-Poulo* in *Morea* und von *Yliodroma* *). Sie liegen zwischen Süsswasser-Mergeln und sind zu Kumi und auf Yliodroma von vielen Pflanzenresten begleitet. Zu Kumi sind es vorzugsweise Blätter, unter welchen in einer höheren Schicht schöne Fisch-Abdrücke vorkommen. Unter den Pflanzenresten von Yliodroma ist besonders das *Taxodium* charakteristisch, das auch in die Ablagerungen von Oeningen & Parschlug eingeschlossen ist.

In der Türkei **) ist ein ähnliches Tertiaergebirge viel verbreitet, und nimmt einen grossen Theil der Thäler und der vielen Wasserbecken ein, wovon die Walachei, Bulgarien und Thracien die ausgedehntesten sind. Im südlichen *Russland* sind Pliocän-Schichten ebenfalls weit verbreitet ***).

Unter den europäischen Tertiaerbildungen pliocänen Alters gewährt der *Crag* von *Norwich* noch ein eigenthümliches Interesse. Man bezeichnet mit dem Worte *Crag* in der englischen geologischen Sprache Muschel-Bänke, welche gewöhnlich untergeordnet in Sandlagen vorkommen. Der Norwich-

*) SAUVAGE: Ann. des Mines 1846, t. X. p. 148.

**) BOUÉ: La Turquie d'Europe, Paris 1840. Vol. I.

***) MURCHISON, DE VERNEUIL & DE KAYSERLING: The Geology of Russia in Europe, Vol. I. London 1845.

Crag enthält Süsswasser- und Meeres-Conchylien, und besteht aus Lagen von Sand, Rollsteinen, Lehm und blätterigem Thon, die in regelmässiger Lagerung zusammen eine ungefähre Mächtigkeit von 40 Fuss haben. Die Meeres-Conchylien kommen nur in den unteren Lagen bis zu 12 und 16 Fuss aufwärts vor. Von den zweischaligen findet man einige, wie Mya arenaria Lin., Nucula Cobboldiae Sow., Tellina obliqua Sow., mit vereinigten Schalen und ohne alle Spuren von Abreibung, obwohl sie mit durch Rollung abgeriebenen Knochen von Fischen, vom Rhinoceros, Elephant, Mastodon (M. longirostris), vom Pferd, Damhirsch und Schwein, so wie mit Süsswasser- und Land-Conchylien vermengt sind. Die Bänke von Kieselsteinen, welche zwischen Easton-Bavent & Kessingland im Wechsel mit Muschel-Bänken auftreten, gehören gleichfalls hierher. Um *Norwich* bildet dieser *obere Crag*, der bei Thorp-roks unmittelbar dem *miocänen Corallen-Crag* aufgelagert ist, mehrere Streifen von verschiedener Mächtigkeit, die auf Kreide ruhen, und gewöhnlich von einer starken Lage Gerölle bedeckt sind. Man sieht in Entfernungen von 4 bis 6 engl. Meilen von jener Stadt, zu Bramerton, Whitlingham, Thorpe & Postwick diesen Crag beständig aus Meeres-, Süsswasser- und Landconchylien im Gemenge mit Knochen von Fischen und Säugethieren zusammengesetzt. Es wurde in jener Gegend auch ein mit Serpeln überkleideter Stosszahn von Elephas gefunden. Unter den Conchylien walten die des Meeres vor; zahlreich sind immer auch die Fluss-Conchylien, und nur selten kommen Land-Conchylien vor. Alle diese Verhältnisse geben zu erkennen, dass der Norwich-Crag in der Nähe einer Fluss-Mündung auf dem Meeres-Boden abgelagert worden ist.

Unter 111 darin gefundenen und bestimmten Conchylien-Arten gehören 19 dem Flusswasser und dem Lande an. Die Arten-Menge ist im Vergleich zu der in den heutigen Meeren lebenden Arten-Zahl allerdings nicht gross, und ebenso im Vergleich mit dem Arten-Reichthum der älteren Crag-Bildungen. Wurden die Norwich-Crag-Schichten aber, wie es anzunehmen ist, nicht im offenen Meere, sondern an der Küste da, wo ein Fluss in's Meer ausmündete, abgesetzt, so war das Wasser hier nicht gewöhnliches Meereswasser, sondern ein mit süssem Wasser vermischtes *brakisches*, worin jederzeit *weniger* Conchylien leben. Die Vergleichung der Con-

chylien dieses Crag mit den lebenden hat darunter 50 bis 60 Procent solcher erkennen lassen, die heute in den Meeren um England, dort in Flüssen und auf dem Lande leben. Unter der Zahl von 92 Meeres-Conchylien stimmen nur 2 bis 3 mit charakteristischen Arten der Subapenninen-Bildung überein; die übrigen finden sich theils auch im älteren rothen Crag, theils lebend in den nördlichen Meeren. Diese Verhältnisse bestimmten LYELL *), den Norwich-Crag zu den alt-pliocänen Schichten zu zählen.

Die Säugethier-Reste gehören zahlreichen Geschlechtern an. Sie wurden oben aufgeführt. Es sind Reste vom Elephanten, Rhinoceros, Mastodon, Pferd, Ochs, Hirsch, Schwein, Feldmaus; auch Vögelknochen wurden gefunden. Der allmählige Absatz dieser Crag-Schichten wird am besten dadurch bewiesen, dass man einen Elephanten-Schädel mit vielen aufsitzenden Serpeln darin gefunden hat. Man wird dadurch zu der Annahme geführt, es seien die Thier-Reste vom Lande her durch fliessendes Wasser in das Crag-Meer geflösst, und erst später in die Crag-Schichten eingeschlossen worden. WOODWARD, dem wir die ersten genaueren Beobachtungen über diese Bildung verdanken, machte schon darauf aufmerksam, wie die Kreidefelsen, worauf der Norwich-Crag ruht, bevor dieser sich auf dieselben absetzte, von Bohrmuscheln angebohrt worden seien. Bald fand man auch nach dieser interessanten Anzeige in Bohrlöchern der Kreidefelsen die Reste der Schalen von Pholaden, und darüber die Crag-Schichten. Man benutzt in England die muschelreichen Crag-Theile nach Art der Faluns. In Gruben zwischen Norwich & Horstead, wo das Gebilde in einer Kreide-Vertiefung liegt, und einen Theil einer grossen Kiesmasse ausmacht, hat man bei einander Pferde- und Mastodon-Reste in Gesellschaft von Meer-Conchylien gefunden. Diese sind: *Cardium edule*, *Cyprina vulgaris*, *Pectunculus variabilis*, *Fusus striatus*, *Tellina obliqua*, *Tellina calcarea*, *Turritella terebra*, *Cerithium punctatum*. Diese Conchylien, so wie alle anderen meerischen, die man in diesen Crag-Schichten gefunden hat, zeigen einen entschiedenen arctischen Charakter, sind Thiere der *nördlichen* Meere, während

*) On the relative age of the Crag, Mag. of nat. hist. 1839, Vol. III. Bullet. de la Soc. géol. de France 1840. Vol. XI.

die Faluns landais und die Faluns der Touraine vorwaltend die Conchylien der *wärmeren* Meere enthalten. Eine auffallende Thatsache, die sich wohl nur durch eine Trennung der Meere erklären lässt, die zur Zeit der Bildung von beiderlei Ablagerungen, etwa durch eine Landenge, bestanden hat. Heute noch sieht man ähnliche Verschiedenheiten zwischen den Conchylien des *Mittelmeeres* und jenen des *Rothen Meeres,* die die Landenge von Suez trennt.

Von den ausser-europäischen Tertiaerbildungen alt-pliocänen Alters spricht unser Interesse ganz besonders die Ablagerung der *Subhimalaya-Berge* an, die mit dem Namen der *Sewaliks* bezeichnet werden. Sie umschliesst eine Menge höchst merkwürdiger Thierreste, unter denen mehrere zur Zeit in keiner anderen Tertiaerbildung gefunden worden sind, und hier in einer auffallenden Weise mit Resten von Thier-Geschlechtern der gegenwärtigen Schöpfung vermengt.

Die *Sewaliks* sind die eigentlichen Vorberge des Himalaya, davon durch eine Reihe von Längenthälern geschieden, bilden mehrere hinter einander liegende Parallelketten, deren Schichten zwischen Saharunpor & Dyra gegen das Hauptgebirge NO. einfallen, so dass die Schichtenköpfe der Ebene zugewendet sind. Diese Berge bestehen aus Thonlagen, feinkörnigen, glimmerführenden Sandsteinen, aus Conglomeraten mit Sandstein- oder Kalkbindemittel und aus Lagen von Kies und Geröllen, worunter alle Gesteine des Himalaya liegen *).

Derjenige Theil der Sewaliks, den Cautley **) geologisch untersuchte, übersteigt die Höhe von 1000 Meter nicht, und hat eine durchschnittliche Kamm-Höhe von 600—700 Meter. Zwischen dem Ganges und dem Setledge bestehen diese Berge aus Massen von Blöcken oder Rollsteinen, die theils unverbunden sind, theils mit Thon vermengt, und dadurch oder durch kohlensauren Kalk zusammen gehalten werden; aus Sandlagen von mehr und weniger fester Beschaffenheit; aus Mergeln, Conglomeraten, die durch Sandstein-Cement verkittet sind, und

*) M. T. Royle: Illustrations of the Botany of the Himalaya mountains, London 1839. *D'Archiac*, hist. des progrès de la géologie, t. II. 2e partie. p. 970.

**) On the structur of the Sewalik mountains, Transact. geol. Soc. of London 1836. Vol. V.

vorherrschend Trümmer von Thonstein enthalten; aus Thon- und Kalk-Schichten, von denen erstere eine grosse Mannigfaltigkeit zeigen. Die letzteren treten vorherrschend im Westen der Jumna auf. Die Schichten sind häufig unter Winkeln von 15°—35° aufgerichtet, fallen nach N. Bei geringer Schichten-Neigung halten die Schichten-Reihen auf grössere Strecken gleichförmig an; gewöhnlich aber sind sie höchst unregelmässig. Die geschilderte Beschaffenheit haben die Sewaliks in ihrer ganzen Ausdehnung mit unwesentlichen localen Verschiedenheiten.

Zwischen der Jumna und dem Ganges treten am Eingang in den Kalowala-Pass Sandsteine mit Braunkohlen-Spuren auf, und schliessen Baumstämme ein, die in Sandstein-Masse umgewandelt sind. In dem Mergel, der in mächtiger Entwickelung hier den Sandstein begleitet, liegen zahlreiche Wirbelthier-Reste. Die Knochen sind von Eisenoxydhydrat durchdrungen, dunkelbraun. Ihre Mark-Höhlen haben bald eine Ausfüllung von Schwefelkies, bald von weissem Kalkspath. In den Schichten am Kalowala-Pass liegen vorzugsweise Zähne und von den Knochen die festesten. Im Sandstein liegen Reste von Reptilien und Dicotyledonen-Hölzer. Die Mergel schliessen einen Reichthum von Säugethieren, Reptilien, Fischen, Fluss- und Land-Conchylien ein (Unio, Cyclas, Paludina, Planorbis, Helix) und Braunkohle. Der kohlensaure Kalk, das Bindemittel von Sandsteinen und Conglomeraten, erscheint auch in Tropfsteinen. Die Schwefelkiese stellen sich in der Nachbarschaft der Thierreste ein. In einzelnen Krystallen ist Gyps eingestreut. Viele Rollsteine sind mit einer Soda-Ausblühung überkleidet, wahrscheinlich in Folge der Zersetzung natronhaltiger Feldspath-Gesteine.

In den westwärts von der Jumna gelegenen Theilen der Sewaliks zeigt sich ihre Zusammensetzung gleichartig der geschilderten; nur treten hier weniger häufig Kieslager auf. Die Rollsteine bestehen hier vorherrschend aus Quarz und Thonschiefer. Bei Nahim sind die Mergel mit obigen Conchylien stark entwickelt, so wie Thonschichten, und darüber Sandsteine, die eine grosse Menge von Thierresten einschliessen. Man fand hier Reste von: Mastodon, Elephas, Rhinoceros, Hippopotamus, Sus, Canis, Felis, Bos, C. Alces, C. Dama, Equus, Gavial, Crocodilus, Coluber, Emys, Trionix, Fische,

und überdies von ganz neuen Thiergeschlechtern. Pferdeknochen fand man auch noch in Schichten, die tief unter dem Sandstein liegen, der diese reiche Fauna umschliesst. Nicht überall trifft man die Reste dieser Thiere beisammen. Sie kommen eigenthümlich vertheilt vor. So finden sich an einer Stelle bei einander: Elephanten, Flusspferde, Mastodonten, Crocodile, Schildkröten und Wiederkäuer; an anderen Stellen fehlen die Flusspferde, überhaupt die Wasserbewohner, und es zeigen sich nur Wiederkäuer mit Fleischfressern vergesellschaftet. Hiernach möchte man annehmen, dass die Thiere an denselben Stellen starben, an denen sie gelebt hatten; gerade so, wie es heute geschieht.

Die fossile Fauna der auch vielfach durch pittoreske Formen ausgezeichneten Subhimalaya-Berge haben Cautley und Falconer mit ebenso viel Ausdauer als Sachkenntniss untersucht und beschrieben. Sie haben volle 15 Jahre darauf verwendet und höchst interessante Resultate mitgetheilt. Schon 1835 erschien von ihnen eine Synopsis der Geschlechter und Arten von in den oberen Sewalik-Schichten gefundenen fossilen Thieren *). Im folgenden Jahre beschrieben sie das merkwürdige neue Wiederkäuer-Geschlecht *Sivatherium* und später noch viele andere merkwürdige Thierreste in der „*Fauna antiqua sivalensis*“, von der 1846 zu London der erste, 1848 der zweite Theil mit Illustrationen zu beiden erschienen sind.

Die nunmehr genauer bestimmten Thierreste, welche theils in dem Sewalik-Zuge zwischen der Jumna und dem Setledge, zwischen der Jumna und dem Ganges, so wie in den östlich davon liegenden Hügeln gefunden wurden, welche die Provinz Kemaou begrenzen, gehören vier Arten von Mastodon & Elephas an, mehreren Rhinoceros & Hippopotamus, dem Sivatherium, den Gattungen Anoplotherium, Sus, Dinotherium, Hirschen, Rindern, Cameelen, Giraffen und 4 bis 5 Affen. Unter ihnen fand sich auch der Panzer einer riesenhaften Landschildkröte, *Colossochelys Atlas*, 12 Fuss 5 Zoll lang, 8 Fuss breit, 6 Fuss hoch, mit einem 2 Fuss langen Kopfe, so dass die ganze Länge des Thieres zu 18 Fuss 7 Zoll, und seine Höhe zu

*) Journal of the As. Soc. of Bengale, December 1835, und ebendaselbt Vol. III.; daraus in den Ann. des Sc. nat. Vol. VII.

7 Fuss angenommen werden kann. Die Knochen dieses Thieres, dessen Reste bereits auf eine Strecke von 80 Meilen in den Sewaliks gefunden worden sind, gleichen an Stärke den entsprechenden des indischen Rhinoceros. Schildkröten-Arten von der gewöhnlichen Grösse, aus den Geschlechtern *Emys* und *Trionyx*, kommen gar viele vor. Den merkwürdigen hier entdeckten, riesenmässigen Wiederkäuer, dessen Grösse diejenige des Rhinoceros übertrifft, nannten CAUTLEY & FALCONER *Sivatherium giganteum*, mit Anspielung auf einen indischen Gott. Dieses Thier hatte vier grosse Hörner, die wie diejenigen der Prunkhorn-Antilopen getheilt und gelappt waren. Die Affenreste (*Semnopithecus subhimalayanus* MEY.) kommen hier zahlreicher vor, als an irgend einem anderen Orte. Die im Ganzen grosse Seltenheit fossiler Affenknochen erklärt sich indessen wohl dadurch, dass die Ueberreste von Affen durch verschiedene Fleischfresser, Hyänen, Wölfe, Schakals eiligst gepackt und aufgezehrt werden. In der Nähe der Schichten, worin die Affenreste liegen, wurden auch Knochen von *Anoplotherium* gefunden, das den Arten-Namen *Sivalense* erhielt, und die Grösse des A. comune hat; ferner Reste von *Crocodilus biporcatus* und von *Crocod. gangeticus* (der Gavial), die beide heute noch im Ganges leben. Ein solches Zusammenvorkommen untergegangener Thiergeschlechter, die zu den ältesten der Tertiaerzeit gehören, mit Thieren, die heute noch mit dem Menschen im Orient leben, ist eine höchst auffallende Thatsache. Es wird dadurch ein Uebergang der tertiaeren Epoche in die jetzige Schöpfung angedeutet.

Diese Vermengung lebender und untergegangener Thiere zeigt sich in den Sewaliks an vielen Stellen. Camelus Sivalensis, eine Antilope, Anoplotherium Sivalense kommen in denselben Schichten vor; Reste von Elephanten und Mastodonten liegen zusammen mit denen des Anthracotherium, Rhinoceros, Schweins und Pferdes. Nur der Tapir kommt nicht mit den Resten längst untergegangener Thiere zusammen vor. Die lebenden Geschlechter, Katze, Hund, Hyäne, Bär, sind zahlreich vertreten. Der zuerst aufgefundenen Giraffen-Art, *Camelopardalis Sivalensis*, konnte bald eine zweite, Cam. affinis, beigefügt werden. Beide sind von der Grösse der heute lebenden. Die in Frankreich zu Issoudun gefundene Art (Cam. Biturigum) ist kleiner.

Falconer *) hat auch die Thierreste untersucht, die auf der Insel *Perim* gefunden wurden. Diese Insel liegt in einem tiefen Golf, in welchen viele Flüsse münden, gegenüber der Mündung der *Nerbudda*, nahe an der Küste. Sie besteht aus Schichten von Sand, Kies, Thon, Sandstein und Conglomerat, und umschliesst eine Fauna, die mit der Sewalik-Fauna übereinstimmt. Dasselbe gilt auch für die knochenführenden Schichten am *Irawaddi* in *Ava*. Dadurch ist bewiesen, dass zur Zeit der Ablagerung dieser Schichten sich vom *Irawaddi* an der Ostseite des *Bengalischen* Meerbusens an, 1,700 Meilen, weit längs dem Fusse des Himalaya bis zum *Indus* und dem westlichen Theile *Indiens*, einerlei Fauna erstreckt hat. So weit erstreckt sich das gleiche merkwürdige Knochenlager. Indessen haben nicht alle Arten diese grosse Verbreitung gehabt. *Mastodon latidens* Clift vom *Irawaddi* ist auch die vorwaltende Art auf *Perim*, begreift jedoch zwei verschiedene Arten in sich. Die eine scheint im *westlichen* Theile *Indiens* in *Ava* sehr verbreitet, dagegen in den Sewalik-Bergen selten zu sein. Die Schwein-Art von *Perim* (Sus Hypsudricus) ist dieselbe, wie in den Sewaliks, so auch eine *Giraffen*-Art und einige andere. Die Reste des Dinotheriums (Din. Indicum) wurden bis jetzt dort nicht gefunden. Es sind Zähne, ebenso gross, wie die zu Eppelsheim bei Mainz von diesem Thier vorkommenden. Auch das neue Wiederkäuer-Geschlecht *Bramatherium* ist nur auf *Perim* gefunden worden. Es unterscheidet sich von allen anderen Wiederkäuern durch die grössere Breite der vordersten Backenzähne im Verhältniss zu ihrer Länge und durch die Rauhigkeit ihres Schmelzes. Von Rhinoceros hat sich die gleiche Form (Hexaprotodon) auf *Perim*, in *Ava*, im *Nerbudda*-Thal und in den Sewaliks gezeigt. In diesen wurde auch eine weitere Art von Anoplotherium gefunden, das Anopl. posterogenium Falc und eine weitere grosse Schildkröte, *Megalochelys Sivalensis*. Die Fischreste bestehen in Wirbeln von $2^1/_2$ bis 3 Zoll Durchmesser. Die Vogelreste gehören Stelzfüsslern an, die an Grösse den Bengalischen Riesen-Kranich (Ciconia argala) übertreffen.

*) *Quaterly*, geol. Journ. 1845, I.; daraus im Jahrb. für Min. 1847. S. 243 ff.

Die fossile Fauna der bezeichneten indischen Tertiaerbildung zeigt das merkwürdige, isolirt dastehende Beispiel des Zusammenvorkommens aller Geschlechter der drei grossen tertiaeren Zeiträume, die in Europa ihr eigenthümliches beschränkteres Vorkommen in den Schichten der einzelnen Zeitabschnitte haben. Dabei sind die Geschlechter *Sivatherium* und *Bramatherium* diesen indischen Schichten eigenthümlich.

Was die Frage über das geologische Alter dieser Schichten betrifft, so muss dieselbe wohl, bei der grossen Zahl darin liegender, mit pliocänen Geschlechtern übereinstimmender Thiere, und bei dem Umstand, dass damit viele jetzt noch lebende Geschlechter, und selbst einige in der Gegenwart noch lebende Arten (Crocodilus gangeticus, Crocodilus biporcatus, Testudo tectum) zusammenliegen, dahin entschieden werden, dass sie zur *oberen* Tertiaerbildung gehören. Sie sind offenbar am Ende der Tertiaerzeit abgelagert worden. Eine ganz ausserordentliche Erscheinung ist es aber immerhin, zu sehen, wie in dieser indischen Gegend die Thiergeschlechter der unteren und mittleren europäischen Tertiaerschichten mit denen der oberen und der diluvialen Schichten, und selbst mit Thieren der Gegenwart zusammen gelebt haben!

Auch die Ausdehnung und Mächtigkeit der *Subhimalaya-Berge* und der dazu gehörigen entfernteren Schichten, als einer reinen *Süsswasser-Bildung*, ist ausserordentlich. Von dem Golf von *Cambaye* bis zum Becken des *Irawaddi!* Es war dieser ganze grosse Theil Indiens in der Tertiaerzeit *über* dem Meere, von Süsswasser-See'n eingenommen, in welche sich mächtige Ströme ergossen.

Am westlichen Saum Asiens ist auch ein grosser Theil *Kleinasiens* von Süsswasserschichten bedeckt, namentlich die Ebene von *Troja* unmittelbar an der Küste hin; ein anderer dagegen, so wie die Insel-Gruppe der Sporaden, von Meeres-Schichten der Subapenninen-Periode. Diese sieht man auch in den Ländern zwischen dem Schwarzen und Caspischen Meer in den Umgebungen des Caucasus *). Die Bergkette des Hamerum in Kurdistan nennt Ainsworth geradezu „Persische Subapen-

*) Dubois: Voyage autour du Caucase. Vol. II.

ninenkette" *). Die Hügelreihe von Kifri besteht nach ihm aus mächtigen Lagen von Gyps, von rothem Sandstein und Thonmassen, und zeigt sich 8 engl. Meilen NW. von Süsswasserkalk mit Cycladen und von salzführendem Sandstein und Sand überlagert. Auf der dem Gebirge Ali-Dagh gegenüber liegenden Seite des Baches sind Schächte zur Gewinnung von *Steinöl* angelegt, das aus der niederen Hügelreihe hervorquillt. Diese ist aus Schichten von Cycladen-Kalk, blauen, rothen, braunen und schwärzlichen Thonlagen mit Bänken von Gyps zusammengesetzt. Die salzführenden und gypsischen Mergel schliessen Lagen von erdiger *Braunkohle* ein, *Steinsalz*, Cölestin, Kupfergrün und erdiges Eisenblau. Der Kalkstein dieser Gruppe erreicht stellenweise eine grosse Mächtigkeit und Härte, und ist in den Niederungen um Mossoul unter dem Namen *Marmor von Mossoul* als Baustein geschätzt. Die gypsische Mergelbildung ist im Becken des Euphrat mehrfältig abgelagert. Man sieht sie in den Hügeln, welche den Euphrat gegen Salahigah hin begrenzen, wo sie von einer knochenführenden Kalkbreccie bedeckt ist. Zu Irzah, wo der Gyps, die Mergel und der Süsswasserkalk mit Cycladen & Melanien von einer mächtigen Thonlage und von rother knochenführender Breccie überlagert ist, sieht man über dieser eine zweite weisse Gypslage, welche in der Ebene verbreitet ist, in der einstens die Juden-Colonie angelegt war. Hier findet man auch die ersten schwachen meerischen Schichten in der Gyps-Gruppe. Auf eine Strecke von 144 engl. Meilen war der Süsswasser-Charakter dieser Mergel- und Gyps-Gruppe unverändert geblieben. Zu Anah liegen nun zu oberst Kalk- und Mergelschichten mit Meer-Conchylien, darunter dichte Kalkbänke mit Corallen, ein Kalkstein mit Cerithien und einer grossen Conus-Art, rothe Mergel, und endlich wieder ein Kalkstein mit Cerithien, der magnesiahaltig ist. Weiterhin, wo wieder weichere Schichten auftreten, sieht man an den Formen den Einfluss der Witterung und Auswaschung. Die fast horizontalen Schichten der Thalseiten entsprechen einander durchaus; es sind Sandsteinbänke, Lagen von Eisenerz, Kies und Breccien, grüne chloritische Mergel, röthliche Mergel,

*) Researches in Assyria, Babylonia and Chaldea. London 1838.

Gypslagen, gelbe, bituminöse und schwärzliche Mergel, Kalksteine und gesalzene Thone. Diese Lagen wechseln mit einander und vertreten sich vielfach. Südlich zieht sich diese Schichtenreihe fort bis über *Hif* hinaus. Dieser Ort ist durch die Gewinnung des *Asphalts* berühmt gewesen, der von hier aus nach Babylon gebracht wurde, wo man ihn zur Anfertigung eines unzerstörbaren Mörtels beim Bau der Paläste anwendete. Alexander der Grosse, Trajan und Kayser Julian besuchten die im Alterthum so berühmte Stelle. Heute benutzt man das Product des fast verschollenen Ortes fast einzig zum Theeren der Schiffe des Euphrat und Tigris. Dagegen bildet das Salz, das man hier aus warmen Salzquellen (34°—36°) gewinnt, einen bedeutenden Handelsartikel. Die Quellen treten aus einem thonigen, häufig magnesiahaltigen Kalkstein hervor, der von einer Gypslage bedeckt ist, die sich über die Umgebungen verbreitet.

In den Umgebungen des Persischen Meerbusens ist sein ehemaliges grösseres Becken durch Meeresbildungen bezeichnet, die den beiden Abtheilungen der pliocänen Periode angehören. In Chaldea treten die alt-pliocänen Schichten, welche in Babylonien von den neu-pliocänen überdeckt sind, als eine dunkelblaue, conchylienreiche Thonbildung hervor, deren obere Theile etwas sandig und voll Trochus- und Buccinum-Arten sind, die mit den gegenwärtig im Persischen Busen lebenden identisch zu sein scheinen.

In *Africa* sind Tertiaerbildungen der östlichen Länder seit längerer Zeit bekannt. Sie bilden dort zwei Abtheilungen: die unterste gehört den ältesten Tertiaerschichten an; die obere scheint pliocänen Alters zu sein, und besteht vorherrschend aus einem Sandstein mit zwischenliegenden Gyps und Salz führenden Kalkmergeln *). Das Bindemittel des Sandsteins ist kieselig; der Stein bald dicht oder krystallinisch, roth, gelb oder weiss; bald conglomeratisch mit abgerundeten Kieseln, Jaspis und Feuerstein, bald zerreiblich. Häufig liegen Feldspath-Körner darin. Die Schichten sind sehr schwach, und die ganze Mächtigkeit beträgt etwa 60 Meter. Dieser Sand-

*) Newbold: Proced. geol. Soc. of London 1848. Vol. III. Quat.: Journ. of Geol. 1848, IV.; daraus im Jahrb. f. Min. 1849. S. 867.

stein zieht sich von der Küste des Mittelmeeres an durch die Wüstenstriche von Nubien und Libyen bis nach Abyssinien. Der Wüstensand bedeckt ihn auf grosse Strecken; da und dort liegt der Sandstein aber unbedeckt, und ragt in islotirten Massen von vielfältig sehr bizarren Formen aus der Sandebene hervor. In dieser Sandsteinbildung liegen auch die *verkieselten* Holzstämme, welche unfern *Cairo* so gehäuft liegen, dass sie das Ansehen eines *versteinerten Waldes* haben. Viele Reisende haben des Vorkommens des *versteinerten Holzes* in der *Egyptischen* und *Libyschen Wüste* Erwähnung gethan. Die erste genaue Beschreibung seiner geologischen Verhältnisse verdanken wir indessen Newbold. Er sah verkieselte Hölzer auch in den salzigen Sandwüsten zwischen dem *Rothen* und dem *Mittel-Meer;* sie sollen sich nach ihm allenthalben im Bereich der Wüsten zeigen. Man sieht da, wo der Sandstein zu Tage liegt, die Stämme vielfältig daraus hervorragen. Oft aber verdeckt sie der Wüstensand, unter welchem stellenweise sich eine Schicht thoniger, gypsiger Mergel mit Steinsalz erhalten hat. Die an versteinertem Holze reichste Gegend, in der man auch noch aufrechtstehende Stämme sieht, liegt nur 7 Meilen südöstlich von *Cairo* in der Wüste von *Suez*, zwischen der Karawanen-Strasse nach *Mekka* und der mehr südlichen, aber weniger gebräuchlichen Cameel-Strasse, die von *Alt-Cairo* nach dem *Wadi-* (Thale) *el-Tih* führt. Auf einer Fläche, die ziemlich hoch über dem höchsten Nilstand liegt, sich $3^1/_2$ Meile südlich gegen *Wadi-el-Tih* und 4 Meilen in östlicher Richtung erstreckt, steil gegen das Nilthal abfällt, nach Süden aber sich allmählig hinabsenkt, da liegt der *versteinerte Wald.* Der Boden ist Quarzsand mit Geschieben von Quarz, Jaspis, Kieselholz, Gyps- und Kalk-Krystallen untermengt, auch mit Kochsalz, und dunkel gefärbt, wie es scheint durch Eisenoxydul. Wasserrisse durchfurchen die baumlose, kaum mit einzelnen Sträuchern bekleidete Sandfläche. Hier liegen nun nach allen Richtungen durch- und übereinander versteinerte Stämme, meistens in kurze Stücke von 1 bis 3 Fuss und 4 bis 12 Zoll Dicke zerfallen. Die grössten haben noch eine Länge von 48 bis 61 Fuss, bei einer Dicke von $2^1/_2$ bis 3 Fuss. Die grösseren liegen vorherrschend in nordwestlicher Richtung. Die Stämme sind ohne Aeste und haben das Ansehen der jetzigen egyptischen Palmen-Stämme, zeigen aber alle 2 bis 3 Fuss von

einander eine Quertheilung, wie die Calamiten, die von einer Zusammenziehung des Holzes *vor* der Verkieselung herzurühren scheint. Im Inneren entdeckte R. BROWN Jahresringe und eine dicotyledone Structur, die jedoch von derjenigen der Coniferen abweicht. Manche Stämme erheben sich noch senkrecht aus dem Sandstein, 12 bis 20 Zoll über den Wüstensand. An den längsstreifigen, schlanken Stämmen sind Ast-Ansätze noch kenntlich. Einzelne sind im Innern mit Sandstein oder Puddingstein ausgefüllt, andere mit Chalcedon überzogen. Sie sind den Stämmen sehr ähnlich, die man an der Küste von Caromandel bei *Pondichery* antrifft. Die Härte der Stämme geht vom Zerreiblichen bis zur Feuerstein-Härte. Die Holz-Textur ist oft vollkommen verschwunden. Die Lage der Stämme ist durchaus so, dass es scheint, sie seien an Ort und Stelle verkieselt worden. NEWBOLD bemerkt, wie die zwei über einander liegenden, im Alter sehr verschiedenen Meeresbildungen den Beweis geben, dass Egypten zwei Mal einen Theil des Meeresbodens bildete. In der Zwischenzeit, während das Land trocken lag, entwickelte sich eine Waldvegetation. Als das Land zum zweiten Mal unter das Meer versank, wurde der Waldboden mit Sand und Geschieben bedeckt. Die Verkieselung ging nun unter Wasser-Einfluss vor sich, fand also statt, während der Wald *unter* dem Meeresspiegel lag. Gleichzeitig erfolgte die Bildung der Sandstein- und Conglomerat-Schichten, deren kieseliges Bindemittel die Gegenwart gelöster Kieselerde anzeigt, welche in die Holzmasse der Baumstämme eindringen konnte. Geschah die Wiedererhebung des Landes schnell, so haben die abfliessenden Gewässer weithin über das Land Sand und Gerölle verbreitet, und damit den Boden der *Egyptischen* und *Libyschen* Wüste gebildet.

Im *nördlichen Africa* ist die Subapenninen-Formation in den Umgebungen von *Algier* und *Oran* verbreitet *). Sie besteht hier aus zwei Abtheilungen: unten liegen Thon- und Mergelmassen, letztere durch grüne Körner ausgezeichnet; darüber liegt eine Reihe von weissen Kalkschichten, die mehr und weniger mergelig oder sandig sind, und von Lagen von

*) BOBLAY: Comptes rendus 1838. RENOU: Aperçu sur la constitution géognostique de l'Algerie (Ann. des Mines, 4te serie, Vol. IV.).

Sand und Conglomerat bedeckt werden, in welchen Löcher von Pholaden und anderen Bohrmuscheln erkennbar sind. Ueber Hundert Conchylien-Arten dieser Schichten beweisen ihren alt-pliocänen Charakter. Die Conglomerat-Decke mit Bruchstücken der nahen älteren Gesteine liegt in abweichender Lagerung über diesen Schichten, weit aber unregelmässig über das Land verbreitet, zumal hinter der ersten, die Ebene begrenzenden Bergreihe. Sie scheint den pleistocänen Schichten anzugehören. Die kalkige Abtheilung ist in der Provinz *Oran* vorherrschend. Die Kalkschichten schliessen hier nebst Meer-Conchylien auch Fischreste von mehreren Arten von Sparoiden-Geschlechtern, so wie Hornsteinknauer ein. Von demselben geologischen Alter scheinen die Süsswasserkalke der Provinz Constantine zu sein.

Durch eine Erhebung in der Richtung der östlichen Alpen sind die Schichten um Algier und Oran unter verschiedenen Winkeln aufgerichtet. Bei Mascara sind sie bis zur Gipfel-Höhe der Berge (1200 Meter) erhoben, und hier streckenweise ganz auf den Kopf gestellt.

Bis auf die neueste Zeit war das Vorkommen fossiler Mastodonten- und Elephanten-Reste in Africa unbekannt. Dumont fand 1849 die ersten Reste von *Mastodon*, der Art *M. brevirostris* angehörig, nahe bei Constantine am Ufer des Smendou; zu Cherchel, nicht unwahrscheinlich in Schichten des oberen Conglomerats, wurde auch ein Mahlzahn von *Elephas primigenius* gefunden *).

In *Marocco* hat Coquand **) im Nordtheil des Landes bei Tétuan, im Thal der Bousfika und längs der ganzen Thalspalte, welche die Kette des kleinen Atlas zertheilt, Schichten beobachtet, die er mit der südfranzösischen Molasse-Bildung vergleicht. Auch an der Westküste Africas und auf den nahen Inseln sind ähnliche beobachtet worden, zumal auf *Madera* & *Porto-Santo* ***).

*) Gervais: Sur la présance à l'etat fossile, dans l'Algerie, des genres Eléphant et Mastodonte (Comptes rend. 1849. Vol. XXVIII.).

**) Bull. de la Soc. geolog., 2te serie, 1847. Vol. IV.

***) Hunter: Quater. Journ. géol. Soc. of London 1846, Vol. II.; Vargas Bedemar Journ. of the roy. geograph. Soc. 1845, Vol. XV.;

Bei der Unsicherheit, in der wir uns hinsichtlich des Vorkommens von Subapenninen-Schichten in der *neuen Welt*, in *America*, befinden, verdient Alles aufgezeichnet zu werden, was als Beweis ihres Vorhandenseins dient. In dieser Hinsicht hat der Fund von *Mastodonten*-Resten ein besonderes Interesse, der in der Provinz *Mechoacan* in *Mexico* in einer Seehöhe von 2500 Fuss gemacht worden ist. Es sind Reste der Art *M. angustidens*, welche für die schweitzerische Molasse so bezeichnend ist. Auch ein aus Mexico stammender Zahn von *Carcharias sulcidens* A., den H. v. Meyer *) nebst obigen Resten in der Sammlung des H. Uhde zu *Handschuhsheim* bei Heidelberg sah, deutet Schichten pliocänen Alters an **).

Nordwestlich von Guanaxuato liegt am Fusse der Montagna del Gigante eine Tertiaerbildung, die, aus abwechselnden Schichten von Thon und Porphyr-Conglomerat zusammengesetzt, dadurch die Aufmerksamkeit auf sich zieht, dass sie von Schnürchen von *Zinnober* durchzogen ist. Auch die Kieselgerölle des Conglomerats enthalten Zinnober und bisweilen Jod-Quecksilber. Conchylien kommen nicht darin vor. Galeotti ***), der dies mittheilt, hält die Ablagerung für jünger als die Porphyre und Basalte der Gegend und die Bildung des Thales, und bemerkt, die metallischen Substanzen können durch dieselbe Ursache in diese Ablagerung eingeführt

Smith, Proceedings geol. Soc. of London 1840, Dec. Nr. 73; Belcher, Proceed. geol. Soc. of London 1835, Vol. II.; Stanger, on the geology of the westere coast of Africa and the shores of the Niger Proceed. geol. Soc. of London 1843; D'Archiac, Hist. des Progrès de la Geologie t. II. partie 2. p. 1011 ff.

*) Jahrb. für Min. 1840. S. 581.

**) In Uhde's Sammlung beobachtete H. v. Meyer auch fossile Zähne von *Elephas primigenius*, *Rhinoceros* und *Equus caballus*, die in Mexico gefunden worden sind. Die Zähne des letzteren haben die Structur der Zähne lebender Pferde. Es ist höchst interessant, dieses Vorkommen zu kennen. Bekanntlich fanden die Spanier, dass in Mexico die Pferde ganz unbekannt waren, und brachten selbst die ersten dorthin. Die fossilen Zähne geben an, dass das Pferd in der Diluvialzeit in Mexico einheimisch gewesen und später untergegangen ist. Jahrb. f. Min. 1840. S. 581.

***) Bulletin de l'Academie de Bruxelles 1837. Vol. VI. Notice sur un gite de mercure dans le sol tertiaire récent du Gigante au Mexique.

worden sein, welche das ganze Gebirge der Sierra de Santa-Rosa emporgehoben hat.

In den *Chilesischen Anden* hat J. DOMEYKO *) im Hochgebirge am *Cerro de las Tres Cruces* eine Tertiaerbildung inmitten mächtiger Granit- und Porphyr-Bildungen beobachtet. Sie enthalten Schichten von grauem dichtem Kalk, der Pecten-Arten einschliesst, die sich in ihrer natürlichen Stellung befinden, ganze und noch vereinigte Schalen haben. Dieses Gebilde sieht man im Thal von Elqui und in dem des Rio Claro und an beiden Stellen seiner ganzen Mächtigkeit nach von einem *Kupfergang* durchsetzt. Auch jenseits des Rio Turbio zeigt sich diese Ablagerung unter gleichen Verhältnissen. Sie ruht auf dem Granit der Centralkette, und tritt unter Porphyr-Massen hervor, die aus Seitenspalten herausgedrungen sind. Dieses, wie DOMEYKO angibt, ganz ausgezeichnete Vorkommen von *Erzgängen* in Pliocän-Schichten ist das erste Beispiel ihres *Aufsetzens im oberen Tertiaergebirge.* Es scheint mit dem Emporsteigen der Trachyt-Hügel in Verbindung zu stehen, welche von BOUSSINGAULT in die Diluvialzeit gesetzt wird **), oder mit den jüngsten Hebungen, welche in diesen Bergen statt gefunden haben, die in der Nachbarschaft der höchsten Anden-Spitzen durch das dort herausgebrochene schwarze basaltische Gestein angezeigt werden, das man zu *Chorrera de Pisque* bei *Ibarra* auf *Alluvium* ruhend sieht.

Mehrere offenbar tertiaere Ablagerungen Südamericas, als die mächtigen Thonablagerungen in den Flussthälern der Englischen *Guyana*, die bewaldete Thonbildung an den Ufern des *Amazonen*-Stroms, von welchen die Eingeborenen gewisse Abänderungen verspeisen, und worin nach EHRENBERG Süsswasser- und Meeres-Infusorien vorkommen, sind hinsichtlich ihres geologischen Alters noch nicht genauer bestimmt. Das-

*) Ann. des Mines 1840. Sur un terrain stratifié situé dans le haut des Cordillières.

**) BOUSSINGAULT: Versuch einer Ersteigung des Chimborazo am 16. Dezember 1831; POGG. Ann. d. Phys. Bd. XXXIV. Vergleiche auch: M. EL. DE BEAUMONT, Note sur les émanations volcaniques et metallifères, Bull. Soc. géol. de France 1847, 2e série. t. V.

selbe gilt auch für die *Brasilischen* Tertiaerschichten. Sie ruhen unmittelbar auf dem sogenannten Uebergangsgebirge, und sind theils meerische Absätze, grau-grüne Sandsteine mit Pecten, Cytheraea, Ostrea; theils Süsswasserkalke mit Paludinen & Lymneen, unter welchen gelbliche Thone liegen. Man sieht diese Schichten längs der Küste zwischen Bahia & Rio Janeiro, und rückwärts derselben in einzelnen getrennten kleinen Becken, auch in Thälern streifenweise fortliegend *).

Auch in den weit ausgedehnten Ländern, die in Südamerica ostwärts der Anden liegen, *Corrientes*, *Entre-Rios*, *Uruguay*, *La Plata* & *Patagonien*, bis herab zum *Feuerland*, sind Tertiaerschichten verbreitet, welche gegen das Atlantische Meer hin von der grossen Lehmbildung der Pampas überdeckt werden. An den Ufern des Paraguay sieht man bei Santa-Fé-Bajada Terassen von 18 bis 21 Meter Höhe, an welchen diese Ueberlagerung sich sehr deutlich darstellt. Die unterste Lage der meerischen Schichten besteht aus einem schwärzlichen, schiefrig-blättrigen Schlamm mit Pflanzenresten; darüber liegt eine Bank von gelbem, sandigem Thon mit Gyps-Krystallen, Ostrea, Pecten, Arca; dann ein bald sandiger, bald krystallinischer, muschelführender Kalk mit einem untergeordneten Lager eines feinen Thons. Nach oben wechselt der Kalk mit Lagen von weissem, feinem Sand. Die von D'Orbigny **) bestimmten Conchylien dieser Schichten sind: *Ostrea Alvarezii*, *Pecten Paranensis*, *P. Darwinianus*, *Venus Münsteri*, *Arca Bonplandiana;* lauter ausgestorbene Arten, welche auch in den Tertiaerschichten Patagoniens liegen. Diese Schichten ziehen sich von Ost nach West durch die Provinz Entre-Rios fort, und bis zum Uruguay auf eine Strecke von 135 Meilen. Darin wurden die Reste eines eigenthümlichen Dickhäuters, von Toxodon Paranensis D'Orb. gefunden. An der Westseite der Banda-Oriental, zwischen dem Uruguay und einer Linie, die man von Colonia zum Rio-Perdido zieht, der in den Rio-Negro fällt, sah Darwin ***) Schichten von Lehm und röthlichem

*) M. Pissis Beobachtungen, über welche Dufrénoy einen Bericht in der Academie erstattet hat (Comptes rendus 1843, Vol. XVII.).

**) Voyage dans l'Amérique méridional, Vol. III. Géologie. Paris 1842.

***) Geolog. obs. of South America. London 1846.

Thon mit Mergel-Knauern, ganz denen der Pampas ähnlich, zwischen den meerischen Schichten eingereiht. Daraus mag man abnehmen, dass schon in der Tertiaerzeit eine dem Pampas-Gebilde analoge Ablagerung erfolgt ist. In *Corrientes* sah D'Orbigny folgende Schichtenreihe: zu unterst einen eisenschüssigen Sandstein, darüber einen Kalkstein mit Eisenoxyd-Hydrat (Brauneisenstein) und zu oberst einen gypsischen Thon, der die Ursache vieler stehenden Wasser, kleiner See'n und Teiche jener Gegend ist. Man sieht bei Corrientes diese Schichten nur auf einer Seite des Parana, so dass man annehmen kann, er habe hier zum Rinnsaal eine Verwerfungs-Kluft. Zwischen *Bella-Vista* & *Santa-Lucia* zeigt sich am hohen Fluss-Ufer der untere eisenschüssige Sandstein mächtig entwickelt und mit einer Zwischenlage von Thon. Bei Esquina tritt ein feinkörniger Sandstein auf, der nach D'Orbigny auch höheren Schichten angehört. Das Schichten-Profil an dem Gehänge von *Cavallu-Cavita* ist von unten nach oben:

	Meter.
1) Meeres-Sandstein mit Ostrea und Venus	2.
2) Harter Quarzsandstein	1.
3) Mürber röthlicher Quarzsandstein mit verkieseltem Holz und Resten von Toxodon	20.
4) Kalkstein von Scheidewänden durchzogen (*cloisonné*) .	10.
5) Thon mit Kalk-Knauern, worin eine $0^m,50$ starke Lage Faser- und Blättergyps eingeschlossen ist, die man abbaut	10.

Südlicher von da ist die Schichtenreihe am Ufergehänge bei Bajada folgende:

	Meter.
1) Mürber Quarzsandstein mit Fischknochen, Kieselholz und Meer-Muscheln (*Pecten Paranensis*, *P. Darwinianus*, *Ostrea Patagonica*, *Ost. Alvarezii*)	16.
2) Sandiger Kalkstein, drei Bänke: die unterste Conglo-glomerat mit *Ostrea Alvarezii*, *Venus Münsteri*, *Arca Bonplandiana*, *Cardium Platense*; die mittlere Bank ein Kalkstein ohne Muscheln, mit Quarzgeröllen; die oberste Bank ein kalkiger Sandstein	3.
3) Mürber, quarziger, weisser Sandstein mit Kalk-Knauern	4.
4) Rother, kalkiger (Pampas) Thon	3.

Nach D'Orbigny's Ansicht liegen die Schichten von Cavallu-Cavita über denen von Bella-Vista, und diejenigen von Bajada wären noch jünger, und tragen unmittelbar das Pampas-Ge-

bilde. Bei dem allgemeinen südlichen Einfallen der Schichten verdeckt dieses im Süden das untenliegende Meeresgebilde, zeigt sich in Flussthälern mit Gehängen von 30 Meter Höhe, und ist reich an Säugethier-Knochen (S. 822).

D'ORBIGNY theilt das Tertiaergebirge Südamericas, das im Osten der Anden von 17° südl. Br. sich bis zu 52° erstreckt, eine Länge von 35 Breitegraden hat, oder von 425 deutschen Meilen, und eine Breite von 12°, oder von 180 deutschen Meilen, in *drei* Abtheilungen. Die ganze ungeheure Fläche, 74,700 geographische Quadratmeilen, ist, wie DARWIN*) bemerkt, in solcher Weise emporgehoben worden, dass dabei weder die Schichten ungleichartige Neigungen erhalten haben, noch Klüfte oder Rücken entstanden sind, durch die sie hätten in ihrer Lage gestört werden können.

Die Abtheilungen, welche D'ORBIGNY **) aufstellt, nennt er *Guarani-*, *Patagonien-* und *Pampas*-Stock (Étage Guaranien, Patagonien, Pampéen); letzterer gehört indessen zu den Diluvialschichten, und kann somit hier zunächst nicht weiter berücksichtigt werden.

Der Guarani-Stock, der unterste, besteht aus drei Gliedern: a. aus einer 50 Meter mächtigen Sandsteinbildung (eisenschüssiger Sandstein), worin achatartige Kiesel, Brauneisenstein und einige untergeordnete Thonlagen vorkommen; b. aus Kalkschichten von 4 Meter Mächtigkeit, mit eingeschlossenen Kieselsteinen, Brauneisenkörnern, Mergelknauern; c. das dritte Glied, auch nicht über 4 Meter mächtig, besteht aus grauen, gypsischen Thonlagen mit eingestreuten Gypsknauern. Dieser Stock ist in den östlichen Theilen des bezeichneten Flächenraums sehr stark entwickelt, und tritt in der Provinz der Missionen und in Uruguay vorherrschend auf. Westwärts dehnt er sich bis in die Provinz Chiquitos aus, und bildet auch den grössten Theil der Felsschichten von Paraguay. In Chiquitos liegen diese Schichten auf Gneis. An den Ufern des Rio-Itenes in der Provinz Moxos repräsentiren mehrere Streifen eines eisenschüssigen Conglomerats die Schichten

*) Geol. observ. on South America. London 1846.

**) Voyage dans l'Amerique méridionale. Vol. III.

von Corrientes. Sie bedecken hier das Kohlengebirge, und werden unmittelbar, ohne dass darüber der Patagonien-Stock entwickelt ist, von der in diesem Lande sehr entwickelten Pampas-Bildung überdeckt. In den Missionen ruhen die Guarani-Schichten auf vulcanischen Gesteinen, welche sie emporgehoben haben, und südlich gegen den 30ten Breitegrad verschwinden sie unter den Schichten des Patagonien-Stocks.

Dieser constituirt den Felsenbau eines Theils von Entre-Rios, von Uruguay, und verbreitet sich auch in Brasilien. Von der Mündung des La Plata an ist er von den Pampas-Thonen bedeckt, und tritt unter diesen erst wieder in 40° Breite jenseits des Rio Colorado herver, von wo an seine Schichten bis zur Magellan-Strasse fortliegen, und in nördlicher Richtung sich bis zur Provinz Chiquitos erstrecken. Durchweg liegt dieser Stock *über* dem ersteren, und in der ganzen Pampas-Gegend ist er von ihrer Thonbildung überlagert. Er besteht nach D'Orbigny aus fünf Gliedern, die von unten nach oben sind: a. ein mehr und weniger eisenhaltiger Meeres-Sandstein mit *Pecten Patagonicus* & *Ostrea Ferrarisi*; b. grauer Sandstein und weissliche Kalksteine mit Dendriten (so im Süden), oder eisenhaltiger harter Sandstein, ohne Muscheln (im Norden); c. Sandsteine mit Thierknochen, von grauer Farbe und fest (im Süden), oder röthlich und zerreiblich (im Norden), mit Einschluss von verkieseltem Coniferen-Holz, von Resten des *Toxodon Platensis* Ow.; nach oben hin liegen Schichten mit Fischresten und ausgestorbenen Fluss-Conchylien; d. rother Sandstein und gypsischer Thon in Wechsellagerung (im Norden), oder bläulicher Sandstein in dicken Bänken und ohne Conchylien (im Süden); e. Thon und kalkige Sandstein-Lagen im Wechsel. Die Conchylien, welche für diese Schichten bezeichnend sind, treten darin gleichmässig an beiden Enden der Pampas auf, namentlich *Ostrea Patagonica*, *Cardium Platense*, *Arca Bonplandiana*, *Venus Münsteri*, welches sämmtlich untergegangene Arten sind.

Von dem untergegangenen Säugethier-Geschlecht *Toxodon* hat Owen *) zwei Arten unterschieden, *Toxodon angustidens*

*) Mammal. foss.; On the geographical distribut of Mammal. exst. Athenaeum 1846; Notice of some foss. Mammal. of South America. London 1847.

und *Tox. Platensis*, und D'Orbigny die Art *Tox. Paranensis* aufgestellt. In diesen Schichten wurden auch noch die Reste eines anderen ausgestorbenen Säugethiers, des *Nesodon* Ow. gefunden, wovon er zwei Arten, *Nesod. imbricatus* und *Nesod. Sullivani* unterscheidet.

Die Schichten, welche man längs der Magellan-Strasse und an der Ostküste von Feuerland sieht, reihen sich den Patagonischen an. Die oberste Lage wird durch Schuttland und Blöcke gebildet. Darunter sah Darwin in der Bai St. Sebastian Schichten von feinkörnigem Sandstein, die häufig gewunden sind, Kalkknauer einschliessen und Zwischenlager von Kies. Mit Muscheln und Corallen kommen darin auch *Balanen* vor und Holzreste. Hiernach gehören sie zur oberen Abtheilung D'Orbigny's. Auf Feuerland selbst scheint die gleiche Bildung vorherrschend zu sein. Bekanntlich verspeisen die Eingeborenen einen kieseligen Thon. Nach Ehrenberg's *) Untersuchungen enthält dieser 14 Arten polygastrischer Infusorien des süssen Wassers.

Die genaue Bestimmung des geologischen Alters der beschriebenen südamericanischen Tertiaerschichten ist noch zu erwarten. Erwägen wir indessen, dass von allen auf der Ostseite der Anden liegenden Schichten bisher auch nicht eine beobachtet worden ist, in welcher Conchylien-Arten lägen, die heute noch an den dortigen Küsten leben, so muss man diese Bildung zu den älteren tertiaeren zählen. Dasselbe gilt von den Tertiaerschichten, die auf der Westseite der Anden an der Küste von *Chili* und *Peru* auftreten (Insel *Quiriguina* im Hafen von *Conception*, *Coquimbo*, *la Mocha*, *Chiloe, Payta*). Andererseits zeigt das Vorkommen von *Toxodon*, und zumal die Species *Tox. Platensis*, die auch im Pampas-Lehm liegt, so wie von dem zur Zeit auch nur in den patagonischen Schichten gefundenen Säugethier *Megamys Patagonensis* D'Orb. ein jüngeres geologisches Alter an. Auch *Unio diluvii*, welche D'Orbigny in diesen Schichten gefunden hat, so wie *Chilina antiquata* D'Orb., ein Geschlecht, das der gegenwärtigen Fauna Südamericas angehört, sprechen dafür. Diese eigenthümlichen Verhältnisse veranlassten D'Orbigny, auszusprechen, dass es

*) Comptes rendus 1845. p. 1285.

scheine, es repräsentiren die südamericanischen Schichten den grössten Theil derjenigen der Tertiaer-Epoche.

Die ganz ungeheure Ausdehnung dieser südamericanischen Tertiaerschichten, die eigenthümliche Fauna, die darin begraben liegt, und die Beziehungen, die sie zu dem gleichfalls über einen ausserordentlich grossen Flächenraum verbreiteten Pampas-Gebilde haben, sind von hohem geologischen Interesse. D'Orbigny's *Terrain Guaranien*, das wir *Guarani-Stock* *) genannt haben, enthält keine fossile Reste, es wurde also aus den Trümmern des älteren Gebirges gebildet, bevor das Leben von Seethieren hier begann. In den untersten Schichten des darüber abgelagerten *Terrain Patagonien* stellt sich eine Fauna von Meeres-Conchylien ein, die in wenigen Arten, aber in einer grossen Zahl von Individuen auftreten. Die Schichten liegen horizontal, wie die des unterliegenden Stocks, der alle Unebenheiten der älteren Gebirgsoberfläche ausgeglichen hat. Es bestand über den Guarani-Schichten ein ruhiges Tertiaermeer, worin sich wenige Species in zahlreichen Individuen ansiedelten. Es liegen in diesen Schichten eingeschlossen: *Pecten Paranensis* D'Orb., *Pecten Darwinianus* D'Orb., *Ostrea Patagonica* D'Orb., *Ostrea Alvarezii* D'Orb. Diese Conchylien sind sehr gut erhalten, und haben kaum eine Rollung erlitten, da die beiden Schalen noch vereinigt vorhanden sind. So fand es D'Orbigny am Fuss der Gehänge in Entre-Rios; in Patagonien liegen in den analogen Schichten besonders häufig *Austern*, wovon wieder *Ostrea Patagonica* & *Ostrea Alvarezii*, wie im Norden, charakteristisch auftreten.

Während dieses Tertiaermeer über der ungeheuren Fläche stand, ragten in seiner Nähe Continente darüber hervor. Das zeigen die verkieselten Coniferen-Hölzer an den Ufern des Parana, so wie die daselbst bei Feliciano vorkommenden Reste grosser Säugethiere, die Reste von *Megamys* und von Süsswasser-Conchylien in den Schichten Patagoniens. Durch die Beschaffenheit der Gesteine wird man veranlasst, zwei von einander getrennte Continente anzunehmen. Der Sandstein von

*) Der Name bezieht sich auf das Land der *Guarani*-Indianer, die am Parana, Uruguay & Ibicuy wohnen. Sie wurden in der Mitte des 17ten Jahrhunderts von den Jesuiten zum Christenthum geführt, und haben eine eigenthümliche Sprache (Tesoro de la lengua Guarani compuesto por et Padre Antonio Ruiz, Madrid 1639).

Entre-Rios ist rein quarzig und durch Eisenoxyd gefärbt. Sein Material stammt ohne Zweifel von dem in ungeheurem Maasstab in den Bolivischen Anden entwickelten Silurischen und Kohlengebirgs-Ablagerungen. Der Patagonische Sandstein dagegen besteht aus einer Vermengung von Quarzkörnern mit Trümmern eines schwarzen augitischen oder hornblendigen Porphyrs, und hat ein ganz verschiedenes Ansehen, wie es im Norden sich nirgends zeigt. Das Material hiezu muss aus der Gegend des 41ten Breitegrades abstammen. Bis gegen diesen hin erstrecken sich die Schichten von Entre-Rios mit gleichartiger Beschaffenheit, und bis dahin konnten sie die von Nordwest her dem Meere zufliessenden Wassermassen verbreiten. Die Beschaffenheit der fossilen Reste der Patagonischen Schichten, die Knochen in Lagen, in die sie nur dann können gekommen sein, wenn die Bänder sie noch zusammenhielten, als sie abgesetzt wurden; die Flussmuscheln mit beiden vereinigten Schalen, wie man es heute an den Flussmündungen sieht: dies alles zeigt an, dass der Continent, von welchem sie abstammen, nicht fern von dem Tertiaermeer lag. Hiernach scheint das eine Festland im *Südwesten*, das andere im *Nordwesten* dieses Meeres gelegen zu haben.

Auf die an fossilen organischen Resten reichen Schichten folgen solche, die davon gar nichts enthalten. Es sind Schichten, im Süden aus Sandsteinen zusammengesetzt, im Norden aus Thonlagen. Darin erkennen wir eine Unterbrechung des früher bestandenen Wasserzuflusses von den Continenten her.

Bald darauf erstand eine neue zahlreiche meerische Conchylien-Fauna, ohne irgend eine Vermischung mit Süsswasser-Conchylien. Es tritt in starken Bänken, die im Norden (Entre-Rios) und im Süden (Patagonien) als ein augenfälliger Horizont auftreten, eine einzige Austern-Art in gesellschaftlichem Zusammenvorkommen auf, Ostr. Patagonica, in natürlicher Lage und mit beiden Schalen. Auf diese Weise siedeln sich die Austern an, die niemals tief unter dem Meeres-Niveau liegen; es war daher das Meer nicht wohl über 10 Meter tief.

Diese Austern-Bänke scheinen plötzlich verschüttet worden zu sein *). Es liegen mächtige Sandsteinbänke darüber, und

*) Ueberall, wo an der Meeresküste die lebenden Austern-Bänke von Schlamm und Thon überdeckt werden, sterben sie alsbald ab.

damit tritt eine neue Reihe von Meeres-Conchylien auf, ganz verschieden von denjenigen der älteren Schichten, verschiedenartig in den Formen und sehr zahlreich an Individuen. Diese Fauna war von Patagonien bis Entre-Rios gleichmässig verbreitet. Ihre Geschlechter *Scalaria*, *Rostellaria*, *Pyrula*, *Panopaea*, *Trigonia*, *Pèrna* fehlen heute ganz an der südamericanischen Küste. Diejenigen Geschlechter, welche sowohl fossil als jetzt noch lebend in Südamerica gefunden werden, *Bulla*, *Natica*, *Oliva*, *Fusus*, *Pleurotoma*, *Cardium*, *Lucina*, wohnen gegenwärtig näher am Aequator, und somit in wärmeren Meeren. D'Orbigny *) gibt nachstehende vergleichende Uebersicht aller bis jetzt an der West- und Ostseite der Anden gefundenen fossilen Reste der ungeheuer ausgedehnten Tertiaerbildung, welcher wir die neueren Funde beigefügt haben **):

Fossile Reste der West-Seite.		*Fossile Reste der Ost-Seite.*	
Namen.	Geogr. Breite.	Namen.	Geogr. Breite.
		Säugethiere.	
		Megamys Patagonensis D'Orbigny	S. 41°.
		Die grössten heutigen Nager erreichen nicht 1/4 der Grösse dieses ausgestorbenen.	
		Toxodon Paranensis D'Orb.	„ 32°.
		„ Platensis Ow.	
		„ angustidens Ow.	
		Nesodon imbriatus Ow.	
		„ Sullivani Ow.	
Weichthiere.		*Weichthiere.*	
Bulla ambigua	S. 30°.	Chilina antiquata . . .	„ 41°.
Scalaria chilensis . . .	„ 37°.		
Natica auracana . . .	„ 37°.		
„ australis . . .	„ 37°.		
Rostellaria Gaudichaudi .	„ 5°.		
Oliva serena	„ 30°.		
Monoceros Blainvillei .	„ 5°.		
Fusus Cleryanus . . .	„ 30°.		
„ Petitianus . . .	„ 30°.		
„ difficilis	„ 37°.		

*) Voyage dans l'Amérique méridionale t. III., 1844, 4e partie. Paléontologie p. 138 und 139.

**) Vergleiche: Bronn, Enumerator.

Fossile Reste der West-Seite. Namen.	Geogr. Breite.	*Fossile Reste der Ost-Seite.* Namen.	Geogr. Breite.
Weichthiere.		*Weichthiere.*	
Pyrula longirostra . .	S. 37°.		
Pleurotoma auracana .	„ 37°.		
Cardium acuticostatum	„ 37° & 5°.	Cardium Platense	S 32°.
„ auca . . .	„ 30° . .	Venus Münsteri	„ 32° & 41°.
Venus Hanetiana . .	„ 30°.		
„ auca	„ 30°.		
„ Cleryana . .	„ 37°.		
„ Petitiana . .	„ 30°.		
Lucina chilensis . .	„ 30°.		
Solenocurtus Hanetianus	„ 30°.		
Mactra auca	„ 30°.		
„ auracana . .	„ 30°.		
„ Ceciliana . .	„ 37°.		
Panopaea coquimbensis	„ 30°.	Unio diluvii.	
Trigonia Hanetiana .	„ 37°.		
Nucula Lagillierti . .	„ 37°.		
Pectunculus Paytensis	„ 5°.		
Arca auracana . . .	„ 37° . .	Arca Bonplandiana	„ 32° & 41°.
Perna Gaudichaudi .	„ 30° . .	Pecten Patagonensis	„ 41°.
		„ Paranensis	„ 32°.
		„ Darwinianus	„ 32°.
		Ostrea Patagonica	„ 32°, 41°, 48°.
		„ Ferrarisi .	„ 41°.
		„ Alvarezii .	„ 32°.
		Echinus Patagonensis	„ 48°.

Die vergleichende Darstellung zeigt eine grosse Verschiedenheit der Fauna gleichalterlicher Tertiaerschichten an den beiden Seiten der Anden. Nicht einmal die Geschlechter sind ganz dieselben, geschweige denn die Arten. Es erscheinen auf der Ost-Seite andere, wenigere Geschlechter und Arten. Dies scheint anzudeuten, dass zur Zeit des Absatzes dieser Schichten die beiden Meere schon in der Art von einander getrennt waren, wie sie es heute sind. Die fossilen Faunen weichen auch in gleicher Weise von einander ab, wie jetzt die lebenden Conchylien-Faunen der beiden entgegengesetzten Küsten, woraus man weiter noch die seit der Tertiaerzeit gleichgebliebene Gestalt des südamericanischen Continents ableiten kann.

Ganz auffallend ist die *geringe* Zahl der südamericanischen fossilen Arten gegenüber dem Arten-Reichthum der europäi-

schen Tertiaerschichten, zumal wenn man dabei die ungeheure Fläche erwägt, welche die Tertiaerschichten in Südamerica überdecken. In allen Beziehungen also bieten diese ein grosses geologisches Interesse dar, und insbesondere noch durch ihre Stellung zu dem grossen *Pampas-Gebilde.* Dieses ist an der Ost-Seite der Anden ebenfalls über eine ungeheure Oberfläche ausgebreitet, die allerwenigstens 23,750 französ. Quadratmeilen beträgt. Es erstreckt sich im Westen und Süden von Brasilien von den Provinzen *Uruguay*, *Entre-Rios* durch *la Plata* bis herab an die Grenzen von *Patagonien*, und andererseits aufwärts im Flussgebiet des *Paraguay* bis auf die Hochebene von *Bolivia* *), wo es in einer mittleren Höhe von 4000 Meter liegt, und auf Zwischenstufen in den Becken von *Tarija* und von *Cochabamba*, so dass es vom Meere an in allen Höhen bis hinauf zum Hochgebirge der Anden angetroffen wird.

Die durch ihre ungeheure Ausdehnung und durch den Reichthum ausgezeichneter fossiler Säugethierreste höchst merkwürdige Ablagerung besteht im Wesentlichen aus einer schlammigen rothen Lehm-Masse von ganz gleichförmiger Beschaffenheit, ist häufig ohne Schichtung sehr mächtig, und ruht auf den verschiedenartigsten Unterlagen. Auf der Bolivischen Hochfläche liegt sie auf Silurischen, Devonischen, auf Kohlen- und Trias-Bildungen und auf Trachyten; zu Cochabamba auf den beiden ersteren, zu Moxas auf den tertiaeren Guarani-Schichten und in der eigentlichen Pampas-Gegend auf dem Patagonischen Tertiaergebirge.

Die Lehm-Masse ist gewöhnlich etwas erhärtet, und umschliesst öfters horizontale Lagen von Mergel-Concretionen, die mitunter dicht, manchmal auch löcherig und von der Beschaffenheit eines Kalk-Tuffs sind, den man dort *Tosca* nennt. In der Ebene von Buenos-Ayres ist der Lehm von lichter, blass-röthlicher Färbung, und umschliesst kleine, fast weisse Knötchen und unregelmässige Lagen einer sandigen Abänderung von Tosca. Darunter hat man bis auf eine Tiefe von 30 Meter Sand gefunden. An einigen höheren Stellen des

*) Darwin: Geological observations on South-America. London 1846. D'Orbigny: Voyage dans l'Amérique méridionale, Vol. III. 1844.

Landes liegt eine grosse Menge einer Flussmuschel darin, welche D'Orbigny *Azara labiata* genannt hat. Es ist dies ein der *Mya* nahe stehendes Geschlecht, das gegenwärtig noch an südamericanischen Flussmündungen lebt. Auf der 400 geogr. Meilen betragenden Strecke, von Buenos-Ayres bis zum Rio-Colorado, ist die Lehm-Masse ziemlich gleichförmig, wird aber gegen Süden etwas kalkiger. An den Einhängen längs des Rio-Salado liegt sehr viel krystallinischer Gyps darin. Weiterhin überdeckt eine stark entwickelte, dichte Tosca-Bildung den Lehm mit den gewöhnlichen Concretionen. Es wurden um Buenos-Ayres viele Thierreste darin gefunden, zumal Knochen vom Megatherium und Schilder des ausgestorbenen Säugethiers *Glyptodon* Ow. In einigen Gegenden ist die Tosca-Bildung sehr stark entwickelt, und tritt in niedrigen Hügelzügen auf, wie z. B. in dem bergigen Lande zwischen den Flussgebieten des Rio-Colorado und des Rio-Salado. In solchen Fällen sieht man den Pampas-Lehm jederzeit *unter* der Tosca. An der Küste von Bahia-Blanca sieht man seine unmittelbare Auflagerung auf die Tertiaerschichten; jenseits des Rio-Colorado liegen die tertiaeren Sandsteinschichten unbedeckt. Die beiden Lager, die Tosca und den Lehm, hat man vermittelst Bohrarbeiten in einer Mächtigkeit von 18 bis 30 Meter gefunden. Die untersten Lagen schlossen sechs Phytolitharia-Arten und drei Arten polythalamischer Conchylien ein. Daselbst wurden auch Megatherium-Reste, Knochen von *Chenomys priscus* Ow. und von Nagern gefunden.

Wo in der Pampas-Region der Lehm und die Tosca erhöhte Kuppen oder Hügelzüge bilden, die das allgemeine Niveau überragen, da erscheinen sie entweder um Hervorragungen älterer Gesteine abgesetzt oder über Höhenzüge dieser abgelagert. Von letzterer Art ist die Hügelreihe, 20 Meilen südlich von Bahia-Blanca, aus von einander getrennten einzelnen Hügeln zusammengesetzt, welche oben abgeplattet sind ganz steile Abfälle haben, und sich 30 bis 50 Meter über die Ebene erheben. Sie liegen in SO. nach NW. Richtung gereiht auf eine grosse Erstreckung fort. Die Höhe der Hügel besteht aus einer dichten kalkreichen Tosca, die den rothen Lehm überdeckt. Diese Hügelreihe verdient um desswillen eine Erwähnung, weil sie die einzige ist, welche aus Lagen des Pampas-Gebildes zusammengesetzt ist.

In einigen Gegenden sieht man *über* dem rothen Lehm Schichten von Sandstein. An der Küste von Bahia-Blanca am Monte Hermoso in einer Höhe von 30 Meter ist das Pampas-Gebilde aus vier verschiedenen Lagen zusammengesetzt: a. zu oberst liegt ein 6 Meter mächtiges Sandsteinlager mit Quarzgeröllen, mit schrägen Absonderungen, und an der Oberfläche aufgelockert; b. darunter folgt ein schwaches Lager von hartem Sandstein; c. Pampas-Lehm von blasser Farbe; d. derselbe Lehm, dunkler gefärbt, mit Zwischenlagen von bröckeliger gefleckter Tosca. An der Punta-Alta in der Bai von Bahia-Blanca liegen von unten nach oben: a. geschichteter Kies, durch ein kalkig-sandiges Cement zusammengehalten; darin liegen, von Muscheln begleitet, viele Knochen grosser Säugethiere, auch abgerundete Tosca-Fragmente und Stücke des Sandsteins der Sierra-Ventana im Süden von Buenos-Ayres; b. rother Lehm, geadert, mit einzelnen Rollsteinen und mit Knochen eines Dasypus-artigen Quadrupeds; c. geschichteter Kies, der sich an den Grenzen der vorigen Lage mit dieser vermengt. Seine oberen Theile enthalten eine Menge Meer-Conchylien und viele Thierknochen. Das Ganze hat eine Decke von sandiger, Kieselgerölle führender Erde, worin auch Stücke von Bimsstein, Klingstein und zahlreiche Land- und Meer-Conchylien eingeschlossen sind.

Die Conchylien der Kieslage c, 23 Arten, leben sämmtlich noch an den Küsten, und viele davon selbst in der Bai von Bahia-Blanca und ganz in demselben gegenseitigen Verhältniss, in dem man sie in der Kiesmasse findet. Die Thierknochen gehören an: dem *Megatherium Cuvieri, Megalonyx Jeffersoni*, *Mylodon Darwini*, *Scelidotherium leptocephalum*, *Toxodon Platensis*, einem grossen Edentaten, dem *Equus curvidens*, *Macrochenia Patagonica* und einem grossen Dasypus-artigen Vierfüsser. Die Nager fehlen hier; dagegen walten die Edentaten vor. Von den Knochen tragen die einen die Zeichen der Rollung oder eines weiten Transports, die anderen zeigen sich dagegen gut erhalten, so dass sie nur von Thieren abstammen können, deren Körper ganz und unzertheilt an diese Stelle gelangten. Das Zusammenvorkommen lebender Conchylien mit Geschlechtern ausgestorbener Säugethiere ist eine Erscheinung, die in Europa und Nordamerica vielfältig beobachtet wird, und im Bereiche der Diluvialbildungen

überhaupt eine gewöhnliche genannt werden kann. Es ist eine bekannte Thatsache, dass Katastrophen, welche den Thieren höherer Ordnungen den Untergang bringen, die Wasser-Conchylien in der Regel nicht berühren, die sich bergen, zurückziehen und in den Verhältnissen erhalten können, die ihre Fortdauer sichern.

Vergleicht man diese Sublitoral-Bildung der Punta-Alta mit den anderen Bildungen der Pampas-Region, so gewinnt man die Ansicht, dass sie jünger ist, als der Pampas-Lehm am Berg Hermoso (s. oben S. 1055), und dieser seinerseits nicht das Alter der Tosca-Bildung hat, welche die Sierra-Ventana umgibt.

In den meisten Pampas-Gegenden bildet der rothe Lehm die Oberfläche; so bei Buenos-Ayres, zu Santa-Fé-Bajada, in Entre-Rios, längs des Parana u. s. w. Allenthalben umschliesst er Reste von grossen Säugethieren. An weit von einander entfernten Stellen erscheint die Tosca von gleicher Beschaffenheit. So ist sie nördlich von San-Nicolas am Parana dicht und krystallinisch, wie zu Bahia-Blanca, das 400 Meilen südlicher liegt.

Von Rosario an tritt unter dem rothen Lehm noch ein älteres Glied der Pampas-Bildung in schwachen Lagen auf, das 25 Meilen aufwärts bei Estancia de Gardona als ein blassgelber Thon mehr entwickelt auftritt, der zahlreiche Cylinder eines eisenreichen Sandsteins umschliesst. Darüber liegt der rothe Lehm, in dem man zwei Skelette des gigantischen Mastodon Andium nebst einem Zahn von Toxodon Platensis am Ufer der Caracana gefunden hat. Bis in seine untersten Theile sind also in den Pampas-Lehm die gleichen Reste von grossen Säugethieren eingeschlossen. Es kommen darin auch 7 polygastrische Infusorien und 13 Phytolitharien vor, mit Ausnahme von zweien, lauter schon bekannte, und grösstentheils dem süssen Wasser angehörig. Hiernach scheinen die Lagen an der Caracana, gleich jenen von Bahia-Blanca, sich in einem brakischen Wasser abgesetzt zu haben. Die Tosca enthält da und dort Spuren von Corallen, Schwämmen und von Polythalamien, was auf den Einfluss des Meerwassers bei ihrer Bildung hinweist.

Die schwach wellenförmige Oberfläche der Banda-Oriental (Küsten-Republik von Uruguay), durch krystallinische Ge-

steine des sogenannten Grundgebirges gebildet, ist zum grossen Theil von einem schwarzen, geschichteten Lehm überdeckt, der häufig sandiger als der rothe Lehm der Pampas ist, und keine Quarz-Fragmente einschliesst. Die Tosca erscheint darin nur in kleinen Concretionen, niemals mächtiger.

Im Westen, gegen Maldonado, Monte-Video und weiterhin liegt der rothe Lehm auf einem geschichteten Sandlager und auf dem Grundgebirge. Das Tertiaergebirge, das in jener Gegend unter dem Pampas-Lehm auftritt, zeigt hinsichtlich seines mineralogischen Charakters Aehnlichkeit mit ihm. Längs des Parana liegen stellenweise in den Pampas kleine Kuppen, die durch eine Anhäufung der Schalen von *Azara labiata* gebildet sind (Conchillas), welche man zum Kalkbrennen verwendet. In der Provinz Tarapaca ist das Plateau von Tamarugal, bis 1000 Meter über dem Meere liegend, von Thon- und Sandlagen überdeckt, worin *Gyps* liegt und *Steinsalz*, das mit Glaubersalz und Natronsalpeter vermengt ist. Man zählt diese Gegend zu den Pampas. In einer anderen Gegend, im Osten des La Paz, liegt ein reiches Gold-Schuttland, das von zerstörten Thonschiefern abstammt. Gelbe Thonlagen, die man längs des Rio-Grande, seit dem Einfluss des Piray sieht, schliessen, wie der rothe Pampas-Thon, Säugethier-Reste ein. Auf dem Plateau von Tamarugal hat Bake *) einen fossilen Wald von nicht weniger als 60 Meilen Länge in SO. beobachtet, der aus starken Baumstämmen besteht, von denen ein Theil scheint angetrieben worden zu sein. Auf dem Plateau von Bolivia, von dem, wie oben bemerkt worden, ein Theil von dem Pampas-Lehm überdeckt ist, liegt die Stadt La Paz in 3717 Meter Seehöhe, auf einem mächtigen Gold-Schuttland, aus Thon, Sand und Rollsteinen zusammengesetzt, das sich weithin am Rio La Paz fortzieht. Das Gold scheint hier von dem zerstörten Thonschiefer des Illimani-Fusses abzustammen. Zwischen La Paz und Oruro ist die Ebene von Coracollo mit dem rothen Lehm der Pampas überdeckt, dessen Beschaffenheit längs des Desaguadero bis zum Titicaca-See und bis zur Lagune von Pansa sehr gleichförmig anhält. Allenthalben hat man darin Reste von Mastodon und anderen grossen Säuge-

*) American Journal 1843. Vol. XLIV.

thieren gefunden, und PENTLAND hat Reste des ersteren auch auf der Insel Taquire im Titicaca-See ausgegraben, in einer Meereshöhe von 3950 Meter.

Alle diese verschiedenen Bildungen gehören offenbar der Bildungszeit der Pampas-Schichten an. Nur in der beschränkteren eigentlichen Pampas-Gegend tritt der *rothe Lehm* mit ermüdender Gleichförmigkeit als einzige Bodendecke über den Tertiaerschichten auf.

Wie lässt sich nun die Bildung der Pampas-Formation erklären, einer Ablagerung, die schon allein durch ihre ungeheure Ausdehnung — sie nimmt einen Flächenraum ein, der die Grösse Frankreichs hat — unsere ganze Aufmerksamkeit auf sich zieht? DARWIN *) hat wohl die genügendste Erklärungsweise gegeben. Er ist der Meinung, es sei der Lehm der Pampas ein langsamer allmähliger Absatz des Hochgewässers der Flüsse, die jetzt zusammen den la Plata bilden, zu der Zeit, als noch dieses Flachland zum grossen Theil unter dem Niveau des Meeres lag, und wobei der Schlamm auch in das flache Meer getrieben wurde, das mit den süssen Flusswassern in unmittelbarer Berührung stand. Die Grenze von Fluss- und Seegebiet lässt sich an alten Küstenbildungen in Entre-Rios jetzt noch gut erkennen **). Die allenthalben verbreitete, heute in brakischen Wassern noch lebende Azara labiata, die in den langgezogenen Sandhügeln, welche in der Richtung des la Plata fortliegen, in unermesslicher Menge hinterlassen ist (Conchillas), in der Tosca um Buenos-Ayres mit Resten von Corallen und Schwämmen vorkommt, zeigt eine Bildung in brakischem Wasser an, wie eine solche heute noch überall in Mündungs-Buchten und Aestuarien erfolgt. Die von den Cordilleren herströmenden Gewässer haben aus den Gebirgsthälern den Schlamm, das Product der Verwitterung feldspathiger Gesteine, in die Ebene geführt. Sie haben auch die Leichen grosser Thiere fortgeflösst, weithin getragen, wobei diese in verschiedener Tiefe in den Schlammabsatz begraben wurden.

*) Geological observations on South America 1842.

**) DARWIN: A Sketsh of the deposits with remains of exstincted Mammals in the vicinity of the la Plata (Lond. & Edinb. philos. Mag. 1837).

Die Erhebung des Bodens der heutigen Pampas-Gegend erfolgte, wenigstens in ihrem südlichen Theil, langsam und mit Unterbrechungen. Das zeigen alte Dämme mit Muscheln und verschiedenen Gestein-Fragmenten an, die man in der Pampas-Ebene in verschiedenen Höhen antrifft. War sie einmal bis zu einem gewissen Niveau gekommen, so bildeten sich die Rinnsale der Flüsse, die Schlamm-Verbreitung hörte auf, und es führten die Gewässer mit grösserem Fall Sand und Gruss mit, die sich stellenweise *über* den Pampas-Lehm absetzten, und manchmal zu Sandstein erhärtet sind. So sieht man es an der Küste von Bahia-Blanca am Berg Hermoso (siehe oben S. 1055) und an der Punta-Alta in der Bai jener Stadt. Hier sind auch in einer Kieslage viele Meer-Conchylien zugleich mit Säugethier-Resten begraben, damit Balanen und zwei Corallen-Arten eingeschlossen, die noch an den nahen Küsten leben (siehe oben S. 1055). Diese Litoralbildung ist offenbar durch einen späteren Meeres-Einbruch nach dem Absatz des rothen Lehms bewirkt worden, und noch jünger als die Schichten am Berg Hermoso.

Ehrenberg hat in erdigen Massen, welche an verschiedenen Stellen die Knochen der grossen Thiere umhüllen, Infusorien gefunden, deren Formen vorherrschend dem süssen Wasser angehören und vermischt sind mit solchen des Meeres *). Dies bestätiget Darwin's Annahme ebenfalls, und zeigt, wie alle anderen Erscheinungen, dass die Pampas-Ablagerung in einer vorherrschenden Süsswasser-Masse gebildet worden ist, der sich salziges Meeres-Wasser beigemischt hat. In den Höhen des Plateaus von Bolivia, von La Paz, im Thal des Desaguadero und am Titicaca-See, erscheint das analoge Gebilde als eine reine Schuttland-Bildung.

Die gar merkwürdige Gleichförmigkeit der geologischen Verhältnisse der unermesslichen Pampas-Ebene, deren mineralogischer Charakter auf viele Hunderte von Meilen ganz derselbe ist, hat ihren natürlichen Grund in den orographischen und hydrographischen Verhältnissen jenes Theils der neuen Welt. Unzählige Zuflüsse des Riesenstroms La Plata führten unermessliche Wassermengen aus dem Gebirge in die

*) Verhandlungen der Berliner Academie 1845.

Ebenen. Sein Stromgebiet, in directer Linie 350 deutsche Meilen lang, mit einem Flächenraum von 17,700 Geviertmeilen war wasserreicher als heute. Das tief hinein verwitterte Brasilische Granit- und Gneisgebirge gab das Material des Lehms, der dort, heute wie damals, rothe und gelbe Färbung hat.

Die Thierreste sind vorherrschend dieselben, welche in den Brasilischen Höhlen vorkommen, und oben S. 823 aufgeführt worden sind. D'ORBIGNY *) führt noch einige weitere von DARWIN und von ihm aufgefundene an, als: *Canis incertus* D'ORB., *Cerodon antiquum* D'ORB., *Ctenomys bonariensis* D'ORB., *Cten. priscus* OW. (Nager); *Mylodon Darwinii* OW., *Scelidotherium leptocephalum* OW., *Orycteropus* OW., *Megalonix maquinensis* OW., *Megatherium Cuvieri* OW., (Edentaten); *Toxodon Platensis* OW., *Tox. angustidens* OW., *Glossotherium Platensis* OW., *Mastodon angustidens* CUV. vom Plateau der Anden, *Mast. Andium* CUV. von Tarija, *Equus neogaeus* LUND & CLAUSEN (Pachydermen) aus Pampas-Lehm.

Der Lehm, der die Thierreste in den Brasilischen Höhlen umschliesst, stimmt vollkommen mit dem Pampas-Lehm überein. Beide Bildungen stammen aus demselben Gebirge ab, und sind, wie es auch die Thierreste derselben beweisen, *gleichzeitig*. Wir haben indessen die Pampas-Bildung erst bei der Betrachtung der südamericanischen Tertiaerbildung, und nicht bei Darstellung der Verhältnisse der Brasilischen Höhlen beschrieben, da sie in so naher und unmittelbarer Beziehung zu den Tertiaerschichten der Pampas-Gegenden steht.

Von dem Lande, das vor allen Ländern der Erde dem Europäer am wenigsten zugänglich ist, und von dessen geologischen Verhältnissen wir daher so wenig wissen, von *Japan*, hat v. SIEBOLD eine sehr interessante Sammlung von Gesteinen und Petrefakten mitgebracht, die ich zu *Leyden*, durch seine Freundschaft begünstiget, genau durchsehen konnte. Darunter befindet sich eine Anzahl Tertiaer-Petrefakten, welche das Vorkommen einer alt-pliocänen Ablagerung in jenem Lande darthun. Sie wurden im Reichsmuseum niedergelegt, von DE HAAN zum Theil bestimmt, und sind:

*) Voyage dans l'Amérique méridionale t. III. Géologie. p. 251 ff.

Buccinum semistriatum Broc.
Trochus sp., sehr ähnlich einer im Japan-Meere lebenden Art.
Terebra sp.
Fusus sp.
Natica sp.
Rotella sp.
Cerithium sp., dem Cerith. margaritaceum Bast. sehr ähnlich.
Cerithium granulosum Bast.
„ zwei grössere sp.
Turritella sp., der T. terebra Lmk. von Castell' arquato sehr ähnlich.
Turritella sp., der T. terebralis Lmk. von Dax sehr ähnlich.
Cardium sp.
Turbo 2 sp.
Mya sp.
Solen sp., 5″ lang, 2½″ breit; Sol. rostratus?
Cyprina sp., ganz nahestehend Cyp. islandicoides Lmk.
Ostrea crassissima Lmk.
Lucina sp., ganz gross.
Tellina sp.; T. tenuis?
„ scalaroides Lmk.
Venus sp., gross, der V. islandica ähnlich.
Venus sp., flach, breit.
„ sp., klein, dick, gestreift.
Cytheraea erycinoides Lk.
Pectunculus transversus Lk.
„ Cor Lk.
„ sp., kleiner, nur queer gestreift.
Pectunculus sp., grösser, mit Längs- und Queerstreifung.
Modiola subcarinata? Lmk.
Pecten sp. mit 16 Radien, breit, gross.
„ sp. mit 16 Radien, klein.
„ sp. mit 6 Radien, flach.
Isis.
Spatangus.
Carcharodon megalodon Ag.
Lamna denticulata Ag.
„ elegans? Ag.
„ crassidens? Ag.

Das Gestein, worin diese Petrefakten liegen, ist ein theils gelblich-weisser, theils blau-grauer und bräunlicher Kalkmergel. Die Uebereinstimmung der genauer bestimmten Petrefakten dieser Japanischen Tertiaerbildung mit den Petrefakten der Subapenninen-Bildung und der Schweitzerischen Molasse ist augenfällig, und ihr gleiches geologisches Alter ausser Zweifel gesetzt *).

2. *Formation. Mittleres Tertiaergebirge.*

Miocäne Schichten. Miocene Period Lyell; *Terrains tertiaires moyens.*

Das mittlere Tertiaergebirge folgt unmittelbar auf die altpliocänen Bildungen. Seine Schichten unterscheiden sich von

*) In der v. Siebold'schen Sammlung zu *Leyden* sah ich auch zwei fossile Mahlzähne von Elephas primigenius und fossile Ossa petrosa von Balaena, so wie japanische naturhistorische Abhandlungen über fossile Fischzähne und über die fossilen Reste eines Hirsches, der nach den beigegebenen Abbildungen dem europäischen Cervus eurycerus nahe steht.

diesen dadurch, dass sie im Allgemeinen nur noch 20 bis 30 Procent, an einzelnen Stellen auch 40 Procent Arten lebender Conchylien enthalten, welche aber jetzt nirgends in kälteren Meeren gefunden werden, sondern gegenwärtig theils in den benachbarten gemässigten Meeren, theils in wärmeren leben. Sie sind ferner durch einen Reichthum fossiler *Polyparien* ausgezeichnet, worunter die Geschlechter Astraea, Maeandrina, Madrepora, Monticularia vorkommen, die heute noch die Corallen-Gebäude aufführen, und nur in *warmen* Meeren leben. Es zeigen die fossilen Corallen somit ein *subtropisches* Klima während der Miocän-Zeit an, das bis über den 55. Breitegrad ausgedehnt gewesen sein muss, da sich die fossilen Corallen der Miocän-Schichten bis dahin verbreitet zeigen. Dabei müssen wir uns erinnern, dass die gegenwärtig lebenden Corallen, sowohl im Rothen Meere, als im südlichen Stillen Ocean, den 28. bis 30. Breitegrad nicht überschreiten. Zu demselben Resultate führen die fossilen Pflanzen des mittleren Tertiaergebirges; sie sind unserer heutigen Flora noch fremder, als die fossilen Pflanzen der alt-pliocänen Schichten, und zeigen durchaus ein wärmeres, mehr tropisches Klima an.

Von den Thieren höherer Ordnungen kommen weniger Geschlechter und Arten vor, als in jenen. Reste aber von Cetaceen & Pachydermen, Wiederkäuern, Raubthieren, Insektenfressern, Quadrumanen treten noch in grosser Verbreitung auf.

Die Verhältnisse der Gesteine, der Schichtung sind im Wesentlichen dieselben, welche die darüber liegenden jüngeren Schichten zeigen.

In Deutschland sind die ausgezeichnetsten und am genauesten untersuchten Miocän-Bildungen diejenigen des Beckens von *Wien* und von *Mainz*. Ihre Schichten dienen als Typen oder Normalschichten für die verschiedenen Glieder der mitteltertiaeren Bildungen, und sind theils durch den Reichthum, theils durch die Mannigfaltigkeit ihrer organischen Einschlüsse von grossem geologischen Interesse.

Die miocäne Schichtenfolge des Wiener Beckens ist noch nicht ganz genau und in allen seinen Theilen festgestellt. Sie ist nach Partsch *):

*) Jahrbuch für Mineralogie 1832, S. 459 und 1848 S. 758.

1) Unter der oberen Geschiebe-Lage von Trümmern des *Wiener* Sandsteins folgen

2) Löss mit Geschiebe-Bänken, worin Elephas primigenius.

Die tertiaeren Schichten beginnen mit

3) *Quarzschotter* mit Resten von Dinotherium und Mastodon. In gleicher Lage tritt auch ein Süsswasserkalk mit einigen Braunkohlen-Lagern auf.

4) *Leitha-Kalk* und Conglomerat; ersterer mit Dinotherium, Mast. angustidens und Acerotherium incisivum KAUP.

5) *Tegel*, mit unteren Leitha-Schichten wechselnd; Foraminiferen-Schichten von Nussdorf.

6) *Sand* mit Fischresten zu *Neudorf;* ? Sand mit Corallen von *Eisenstadt;* ? Sand von *Sievering*, *Pötzleinsdorf* und *Niederkreutzstätten*, mit einigen eigenthümlichen Conchylien.

7) *Tegel* von *Baden* und *Müllersdorf.*

8) Sand mit Bänken von Schotter, Mergel, Kalkstein, charakterisirt durch Cerithium pictum, Cerithium inconstans, Cardium Vindobonense, Venus gregaria, die jedoch im Kalkstein nur als Steinkerne erscheinen.

9) *Tegel* von *Wien* und *Brunn* über 100 Klafter mächtig, mit Sand- und Schotter-Schichten, oben mit Melanopsis Martiniana, Congeria subglobosa & Acerotherium incisivum. An anderen Punkten Congerien-Sand mit Braunkohlen-Ablagerungen.

10) Wasserführende Sandschicht. Darunter scheint zu liegen

11) Kalkstein vom *Waschberge* bei *Stockerau*, mit vielen Corallen und Kernen von Conchylien (BOUÉ, tertiaerer Corallen-Kalk, Jahrb. für Min. 1830, S. 76), worunter eine dem Nautilus lingulatus ähnliche Art. An einer Stelle kommen in dieser Lage auch Nummuliten vor, was anzeigt, dass sie die älteste Schicht des Wiener Tertiaergebildes ist, und vielleicht zu den eocänen Schichten gehört.

12) Kalkiger und mergeliger Sandstein (welchen PARTSCH unrichtig *Molasse* nennt) mit wechsellagernden Mergelbänken; St. Pölten, Oberösterreich, südliches Mähren.

HÖRNES, der ein Verzeichniss aller bis jetzt im Wiener Becken aufgefundenen Tertiaerversteinerungen bekannt gemacht hat *), führt nachstehende Schichtenfolge an:

1) Sandlagen zu *Neudorf* bei *Schlosshof*, mit vielen Säugethier-Resten.

*) Wien. Mittheilungen 1848. IV. S. 366—373. Daraus im Jahrb. für Mineralogie 1849. S. 105.

2) Feine, gelbliche Sandschichten von *Niederkreutzstätten*, welche dieselben Cerithien führen, wie 3, aber in geringer Menge. Damit haben die Sandlagen von *Pötzleinsdorf* grosse Analogie, und vielleicht ist damit auch die Ablagerung von *Ritzing* südwestlich von *Ödenburg* zu verbinden.

3) Schichten von *Gaunersdorf*, *Nexing* u. s. w. mit einer ganz abgeschlossenen Fauna von nur 17 Arten, die aber in Millionen Individuen darin liegen. Vorherrschend sind die kleinen Cerithien (*Cerithium rubiginosum* Eichw., *Cer. pictum* Bast.), deren Schaalen oft noch ihre natürlichen Farben besitzen.

4) Sandschichten von *Gainfahren*, *Enzesfeld* & *Steinabrunn*.

5) Ziegelthon beim Ziegelofen von *Vöslau*, mit der folgenden Schicht sich verbindend.

6) Bläulich-graue Tegel-Schichten von Baden und Möllersdorf, mit vortrefflich erhaltenen Versteinerungen, welche denen von *Tortona* in Piemont und von *Bünde* in Westphalen so sehr gleichen, dass Goldfuss seinen *Pecten Janus* (Petref. II., S. 62, Tafel 95, Fig. 4) aus der rechten Klappe des zu *Baden* häufigen *P. spinulosus* Münst. und aus der linken einer Art von *Bünde* zusammenzusetzen sich verleitet fand. Damit haben die Conchylien-Arten, welche ausserhalb *Grinzing* in einem Hohlwege in gelblich-grauen Tegel-Schichten vorkommen, viele Analogie.

Durch die fleissigen und gründlichen Arbeiten von C. Prevost *), Partsch **), Boué ***), Hauer †), Reuss ††), Münster, Hörnes, Hekel †††) wurden so viele fossile Reste in den Schichten des *Wiener* Beckens gefunden, dass der vorletzte Forscher ein Verzeichniss derselben aufstellen konnte,

*) Constitution physique et géognostique du Bassin à l'ouverture du quel est située la ville de Vienne en Autriche. Journal de Phys. 1831.

**) Jahrb. für Min. 1832.

***) Guide du géologique voyageur, Vol. II. 1835. p. 525 ff.

†) Jahrb. für Min. 1837. S. 408 ff. Hauer & D'Orbigny: Foraminifères fossiles du Bassin tertiaire de Vienne 1846.

††) Die *fossilen Polyparien* des *Wiener* Tertiaerbeckens, naturwiss. Abhandlungen, redigirt von Haidinger, II. Wien 1847. Die *fossilen Cytherinen* des *Wiener* Beckens 1847.

†††) Verzeichniss aller bis jetzt im *Wiener* Becken aufgefundenen Tertiaer-Versteinerungen (Wien, Mittheil. 1848, IV.).

das nicht weniger als 1018 fossile Thier-Arten enthält. Diese sind:

Säugethiere	23	Wirbelthiere . .	99
Reptilien	2		
Fische	65		
Pteropoden	2	Weichthiere . .	499
Gasteropoden . . .	306		
Acephalen	136		
Brachiopoden	3		
Cirripoden	2	Kerbthiere . .	67
Annulaten	2		
Kruster	63		
Echinodermen . . .	8	Pflanzenthiere .	412
Foraminiferen . . .	251		
Polyparien	153		

Die wichtigsten und gewöhnlicher vorkommenden Schaalthier-Reste sind in nachstehendem Verzeichniss mit Angabe der Fundorte aufgeführt:

Namen.	Fundorte bei Wien.
Foraminiferen.	
251 Arten, die sich vorzüglich am Rande des Wiener Beckens, grösstentheils in Thon- oder Tegel-Lagen finden, die bis 187 Meter Mächtigkeit haben.	Nussdorf im N. von Wien bis Enzesfeld, im S. von Baden auf eine Strecke von 10 Stunden.
Weichthiere.	
Conus ventricosus B.	Gainfahrn.
„ acutangulus Desh.	Baden und Gainfahrn.
„ laevigatus Defr.	Baden.
„ extensus n. sp.	Baden.
„ mediterraneus Lk.	Baden.
„ Vindobonensis Partsch.	Gainfahrn.
„ Brocchii Bronn.	Enzesfeld.
„ Mercati Brocchi.	Gainfahrn.
„ fusco-cingulatus Bronn.	Pötzleinsdorf.
Oliva Dufresnei Bast.	Gainfahrn.
Ancillaria inflata Bast.	Enzesfeld und Gainfahrn.
„ obsoleta Holl.	Gainfahrn.
„ canalifera Lk.	„
Cypraea elongata Broc.	„
„ coccinella Lk.	Stein.
„ annulus Broc.	Gainfahrn.
Ovula spelta Lk.	„
Marginella ovulata Lk.	„
„ auriculata Dub.	Baden und Gainfahrn.
„ cypraeola Bast.	Gainfahrn.

Namen.	Fundorte.
Voluta rarispina Bast.	Gainfahrn.
Mitra fusiformis Broc.	"
" scrobiculata Broc.	Baden.
" elegans Partsch.	Steinabrunn und Oesterreich.
" cupressina Broc.	Baden.
" plicatula Broc.	Gainfahrn.
" pyramidella Broc.	"
" buccinula Partsch.	Baden.
Terebra fuscata Bronn.	Gainfahrn.
" pertusa Bronn.	"
" striata Bast.	"
" cinerea Bast.	"
Buccinum baccatum Bast.	Billowitz (Mähren) Gaunersdorf.
" costulatum Renier.	Baden.
" columbelloides Bast.	Enzesfeld.
" mutabile L. var. pusilla.	Gainfahrn und Steinabrunn.
" Badense Partsch.	Baden.
" prismaticum Broc.	Gainfahrn.
" reticulatum L.	Enzesfeld.
" Rosthorni Partsch.	"
" Tritonium Partsch.	Gainfahrn.
" polygonum Broc.	"
" conglobatum Broc.	"
" asperulum Broc.	Baden.
" semistriatum Idem.	Gainfahrn.
" turgidulum Idem.	"
Purpura exilis Partsch.	Enzesfeld und Gainfahrn.
Cassis texta Bronn.	Baden.
" plicata Defr.	Gainfahrn.
" nodulifera Partsch.	"
" cithara Bronn.	"
Cassidaria echinophora Lk.	Grinzing.
" diadema Riss.	Gainfahrn.
Rostellaria pes pelecani Lk.	Baden und Gainfahrn.
Strombus Bonellii Brongn.	Gainfahrn.
Tritonium corrugatum Bronn.	"
" Apenninicum Bronn.	"
" heptagonum Bronn.	"
Ranella marginata Sow.	Enzesfeld.
Murex spinicosta Bronn.	Baden.
" sublavatus Bast.	Enzesfeld.
" tubifer Sow.	Grinzing.
" echinatus Sow.	Gainfahrn.
" lingua bovis Bast.	"
" imbricatus Broc.	"
" angulosus Broc.	Steinabrunn.
" heptagonatus Bronn.	Gainfahrn.
" decussatus Lk.	Enzesfeld.
" tripteroides Lk.	Gainfahrn.
" plicatus Broc.	Enzesfeld.
" spinicosta Bronn.	Gainfahrn.
" trunculus L.	"
" brandaris L.	"
" affinis Eichw.	"
" spinulosus Desh.	Baden.
Pyrula reticulata Bronn.	Enzesfeld.
" rusticula Bast.	"
Fusus Stützii Partsch.	Gainfahrn.

Namen.	Fundorte.
Fusus Zahlbruckneri Idem.	Gainfahrn.
" Hössi Idem.	Baden.
" bilineatus Idem.	"
" scalaris Idem.	"
" politus Broc.	"
" harpula Bronn.	Gainfahrn.
" rostratus Defr.	"
Fasciolaria fimbriata Bronn.	"
" Polonica Pusch.	"
Cancellaria inermis Pusch.	"
" buccinula Lk.	"
" varicosa Broc.	Enzesfeld.
" lyrata Defr.	Gainfahrn.
" ampullacea Idem.	"
" contorta Bast.	Steinabrunn.
" cancellata Lk.	Gainfahrn.
Pleurotoma bracteata Broc.	Baden.
" cataphracta Idem.	"
" rotata Idem.	"
" turricula Bronn.	"
" tuberculosa Bast.	Gainfahrn.
" granulato-cincta Münst.	Enzesfeld.
" dimidiata Broc	Baden.
" semistriata Partsch.	Gainfahrn.
" dubia Jan.	Baden.
" Vindobonensis Partsch.	Gainfahrn.
" pustulata Broc.	Enzesfeld.
" Borsoni Bast.	Gainfahrn.
" Haueri Partsch.	"
" Juliana Idem.	"
" Basteroti Idem.	Steinabrunn.
" scalaris Partsch.	Nussdorf.
" ramosa Bast.	Gainfahrn.
" suturalis Bronn.	"
" sigmoidea Idem.	"
" bicincta Idem.	"
" brachyura Partsch.	"
Cerithium minutum Serr.	Gainfahrn und Baden.
" crenatum Defr.	Gainfahrn.
" scaber Bast.	"
" pictum Bast.	Gaunersdorf und Nexing.
" rubiginosum Eichw.	" " "
" margaritaceum Brongn.	Baden.
" inconstans Bast.	Kastel (Mähren).
" Bronni Partsch.	Steinabrunn.
" lignitarum Eichw.	Mördersdorf (Oesterreich).
" plicatum Lk.	Billowitz.
" cinctum Lk.	Gaunersdorf.
" calculosum Bast.	Gainfahrn.
Turritella Archimedis Brongn.	"
" terebralis Bast.	Ernstbrunn.
" Vindobonensis Partsch.	Gainfahrn.
" acutangula Broc.	Gainfahrn und Grinzing.
" Riepeli Partsch.	Gainfahrn.
" quadriplicata Bast.	"
" Brocchii Bronn.	"
Phasianella turbinoides Lk.	"
Turbo rugosus L.	Nussdorf.

Namen.	Fundorte.
Trochus patulus Broc.	Gainfahrn.
„ Bouei Partsch.	Billowitz.
„ Poppelacki Partsch.	„
„ turgidulus Broc.	Gainfahrn.
„ marginatus Eichw.	„
„ coniformis Idem.	„
„ testigerus Bronn.	Baden.
„ magus Broc.	Enzesfeld.
„ cumulans Brongn.	Gainfahrn.
Delphinula trigonostomum Bast.	Brünn.
Serpulorbis polyphragma Sassi.	Gainfahrn.
„ intorta Lk.	„
Scalaria alternicosta Bronn.	Enzesfeld.
„ lamellosa Lk.	Nussdorf.
Vermetus gigas Bivona.	Gainfahrn.
Pyramidella terebellata Fer.	Baden.
Sigaretus haliotoideus Lk.	Gainfahrn.
Natica compressa Bast.	„
„ millepunctata Lk.	„
„ glaucinoides Sow.	Baden.
„ glaucina Bast.	Gainfahrn.
„ eximia Eichw.	Baden.
Nerita costata Broc.	Gainfahrn.
Neritina fluviatilis Lk.	Brünn.
Paludina acuta Lk.	Gainfahrn.
„ pygmaea Desh.	Moosbrunn.
Valvata piscinalis Lk.	„
Rissoa cimex Bast.	Gainfahrn.
„ Lachesis Idem.	„
„ cochlearella Idem.	„
„ ventricosa Serr.	„
„ perpusilla Grat.	„
Melanopsis Martiniana Fer.	Brünn.
„ Dufourii Idem.	Nexing.
„ Bouei Idem.	Brünn.
„ buccinoidea Idem.	„
Melania subulata Broc.	Gainfahrn.
„ distorta Broc.	„
„ Holandri Fer.	Moosbrunn.
„ polita Desh.	Gainfahrn.
Helix sylvestrina Ziethen.	Brünn.
„ sp. Steinkerne unbestimmt.	Felling.
Bullina Okeni Eichw.	Gainfahrn.
„ Lajonkairana Bast.	Gaudenzdorf und Brünn.
„ clandestina Dub.	Gainfahrn.
Bulla miliaris Broc.	„
„ cylindrica Brongn.	„
Fissurella costaria Desh.	„
Crepidula unguiformis Desh.	„
„ cochleare Bast.	„
Dentalium elephantinum Broc.	Baden.
„ Bouei Desh.	„
„ dentalis Broc.	Nussdorf.
„ incurvum Bronn.	„
Calyptraea depressa Lk.	Gainfahrn.
Panopaea Faujasii Men.	Steinabrunn.
Pholadomya subfidicula Münst.	Sievering.
Mactra intermedia Eichw.	Nexing.

Namen.	Fundorte.
Mactra Podolica IDEM.	Nexing.
„ inflata BRONN.	„
Crassatella dissita EICHW.	„
„ tellinoides IDEM.	„
Corbula revoluta BROC.	Gainfahrn.
„ crassa BRONN.	„
„ nucleus LK.	„
Saxicava elongata PARTSCH.	Niederleiss.
Tellina compressa BROC.	Nexing.
„ complanata L.	Pötzleinsdorf.
Lucina columbella BROC.	Gainfahrn.
„ divaricata LK.	Pötzleinsdorf.
„ dentata BAST.	Gainfahrn.
„ scopulorum BRONGN.	„
„ squamulosa LK.	„
„ abscissa PARTSCH.	„
Donax longa BRONN.	„
Cyprina islandicoides LK.	„
Cytheraea rugosa BRONN.	„
„ erycinoides LK.	„
Venus crassatellaeformis PUSCH.	„
„ casinoides LK.	Nussdorf.
„ rugosa LK.	Gainfahrn.
„ dissita EICHW.	Nexing.
„ radiata BROC. minor.	Gainfahrn.
Venericardia intermedia BROC.	Grinzing.
„ tumida PARTSCH.	„
„ Jouanetti BAST.	Gainfahrn.
„ scalaris SOW.	Grinzing.
„ rhomboidea BRONN.	Gainfahrn.
Cardium simulans PARTSCH.	Nexing.
„ Deshayesii PAYR.	Gainfahrn.
„ plicatum EICHW.	Nexing.
„ Vindobonense PARTSCH.	„
„ Schedelianum IDEM.	Brünn.
„ Carnuntinum IDEM.	Regelsbrunn.
„ conjungens IDEM.	Brünn.
„ irregulare EICHW.	Gainfahrn.
Cardita sp.	Steinabrunn.
Dreissenia Balatonica PARTSCH.	Brünn.
„ spathulata IDEM.	„
„ subglobosa IDEM.	„
„ triangularis IDEM.	„
Arca diluvii LK.	Gainfahrn.
„ Noae LK.	„
„ pectinata BROC.	„
„ nodulosa IDEM.	„
„ sp. nova.	Baden.
Pectunculus obtusatus PARTSCH.	Gainfahrn.
„ cor LK.	„
„ auritus BROC.	„
Nucula margaritacea LK.	„
„ striata LK.	„
Unio atavus PARTSCH.	Brünn.
Chama gryphius GMEL.	Gainfahrn.
„ echinulata LK.	„
Modiola navicula DUB.	„
„ subcarinata BRONN.	Gaunersdorf.

Namen.	Fundorte.
Modiola lithophaga Lk.	Nussdorf.
Lima Volhynica Eichw.	Gaunersdorf.
„ nivea Broc.	Steinabrunn.
Pinna margaritacea Lk.	Neudörfl.
Pecten solarium Lk.	Sievering.
„ maximus Idem.	„
„ clathratus Eichw.	Nussdorf.
„ spinulosus Münst.	Baden.
„ cristatus Bronn.	„
„ Malvinae Dub.	„
„ gloria maris Idem.	„
„ laticostatus Lk.	Steinabrunn.
„ pulchellinus Dub.	Sievering.
„ varius Lk. var.	Gainfahrn.
„ Mackowii Dub.	Nussdorf.
„ diaphanus Idem.	Sievering.
„ pes felis Lk.	Nussdorf.
„ flabelliformis Broc.	Wiedendorf bei Krems.
„ opercularis Lk.	Steinabrunn.
Plicatula crassidentata Bronn.	Nussdorf.
Spondylus crassicosta Lk.	Steinabrunn.
Ostrea digitalina Eichw.	Sievering.
„ longirostris Lk.	Niederleiss.
„ cymbularis Münst.	Sievering.
„ caudata Münst.	„
„ flabellula Lk.	Neudörfl.
„ navicularis Broc.	Sievering.
„ lamellosa Broc.	Steinabrunn.
„ crispata Goldf.	Sievering.
„ latissima Idem.	Enzesfeld.
Anomia porrecta Partsch.	Gainfahrn.
„ striata Broc.	„
„ squama Idem.	„
Terebratula ampulla Lk. (Terebr. grandis Bronn).	Eisenstadt (Ungarn).
Terebratula sp., zierlich, sehr klein.	Nussdorf.

In Bezug auf das Vorkommen dieser Conchylien gibt v. Hauer*) weiter an: Sie sind fast insgesammt in den beiden Kreisvierteln von Nieder-Oesterreich *„Unter-Wiener-Wald* und *Unter-Mannhards-Berg“* gesammelt, welche durch die Donau getrennt sind. Im Viertel Unter-Wiener-Wald zieht sich eine Stunde nordwestlich von Wien das *Kahlengebirge* vom Donau-Ufer in einer Ausbeugung gegen Süden herab, und begrenzt das Becken von Wien. Hier kommen theils in Vorbergen im Kalkstein, seltener im Sandstein, am häufigsten aber im Tegel, in Lehm, in der Niederung und in gemischtem Kalkmergel- und Sandmergel-Boden fossile Conchylien vor.

*) Jahrbuch für Mineralogie 1837. S. 410 ff. Eine ausführlichere Darstellung der geolog. Verhältnisse dieses Beckens enthält die Schrift: Die artesischen Brunnen in und um Wien, von Freih. Jaquin, nebst geognost. Bemerkungen von P. Partsch. Wien 1831.

An der Strasse, welche am *Wiener-Berg* gegen Süden ansteigt und nach Baden führt, liegen noch innerhalb der Linien Wiens mehrere Gruben von Ziegelthon, worin häufig Muscheln gefunden werden, worunter *Cardium Vindobonense* und *Melanopsis*-Arten vorherrschen. Nächst Brunn liegt im Bereiche der Ziegelthon-Gruben, auf dem Seitenwege, der rechts von der Badener-Strasse nach Enzesdorf abgeht, eine Stelle, an der man in ganz trockenen Sommern eine fast vollständig durch *Dreissenia*-Arten gebildete Schicht sieht, mit welchen zerbrechliche Schaalen von Planorbis, Helix und Unio zusammen liegen. Auch Fisch-Wirbel und Säugethier-Reste wurden hier gefunden. Weiterhin auf diesem Seitenwege enthalten die Schichten eines Kalksteinbruchs bei Enzesdorf Pecten- und Austern-Arten, Steinkerne mehrerer Bivalven und Hayfisch-Zähne.

Am Wege von *Baden* über *Aland* nach *Gainfahrn* liegen gleich ausserhalb der Stadt Gruben von Ziegelthon (Tegel), die wegen der reichen Ausbeute von Conchylien, die man in denselben machen kann, viel besucht werden. Man findet hier insbesondere *Dentalien*, sehr häufig Pecten spinulosus, auch Pecten cristatus und mehrere Pleurotoma-Arten.

Die Ebene bei *Gainfahrn* ist durch eine mit Reben bepflanzte und mit Wald gekrönte kalkige Anhöhe begrenzt, die ein *Hauptfundort* der *Wiener* Versteinerungen ist. Der Boden der Weinberge enthält in weiter Ausdehnung durch seine Bearbeitung an die Oberfläche gebrachte freiliegende, aber auch häufig beschädigte Conchylien. Vorherrschend sind hier Arten von *Ancillaria*, *Conus*, *Turritella*, *Pectunculus*, *Venericardia*. Jenseits der waldigen Anhöhe liegt *Enzesfeld*, davon durch einen Bach getrennt, wo sich ebenfalls im Boden von Weinbergen auf einer kalkigen Anhöhe viele Conchylien finden.

Da wo der *Wien*-Fluss nächst *Meidling* & *Gaudenzdorf* in die Linien der Stadt *Wien* eintritt, kommen an seinen Ufern mit verschiedenen kleineren Conchylien-Arten vorzugsweise *Cerithien* vor und eine *Venus*-Art.

Von den Dörfern *Nussdorf*, *Grinzing* & *Sievering* im Nord-Westen von *Wien* führen steil ansteigende Wege auf die Berge *Kahlenberg*, *Krapfenberg* & *Himmel*. Durch die engen Schluchten zwischen diesen fliessen Bäche herab, an denen die genannten Orte liegen. Auf beiden Seiten der Anhöhe, welche zwischen dem *Neudorfer* und dem *Grinzinger* Bache liegt, kommen in den Weinbergen der Abhänge ebenfalls viele Versteinerungen vor, darunter vorherrschend *Venericardia*- und *Corbula*-Arten, so wie *Venus rugosa*.

Am Fuss des *Kahlenbergs* bei *Nussdorf* liegt *Leitha-Kalk*. In der Strecke zwischen dem sogenannten *grünen* und *weissen Kreutze* findet man in dieser Kalk-Bildung häufig Steinkerne und Deckel von *Turbo rugosus;* sparsam *Austern*, *Pecten* & *Anomia*.

Bei *Sievering* liegt nächst dem Fusswege, der zum Berge *Himmel* führt, ein kleiner Sandstein-Bruch, dessen obere Lagen aus einem weissen lockeren Sande bestehen, in denen sich vorherrschend *Austern*, *Pecten solaris* mit anderen Muscheln, auch Steinkerne von solchen, so wie *Fischzähne* und *Krebsscheeren* finden.

Im Viertel *Unter-Mannharts-Berg* liegt 6 Meilen von *Wien*, bei *Gaunersdorf*, an der Strasse nach *Brünn*, wieder eine reiche Fundstätte fossiler Conchylien. Hier findet man zu beiden Seiten der Strasse, theils auf den Feldern zerstreut, theils in Steinbrüchen viele Muscheln, worunter *Cerithien-* und *Venus*-Arten vorherrschend sind. Bei *Nexing*, rechts von dieser Strasse, liegt ein Kreis von Hügeln, die fast ganz aus einem Muschel-Conglomerat bestehen. Weiterhin ist in 5 bis 6 Meilen Entfernung bei *Steinabrunn* an der Mährischen Grenze wieder eine muschelreiche Kalkbildung, derjenigen von *Gainfahrn* & *Enzesfeld* ähnlich. Hier liegen theils frei in sandmergeligem Boden, theils in Schichten der Kalkstein-Brüche sehr viele Conchylien. In dem festen Gestein kommen hier grosse Exemplare von *Austern-*, *Pecten-* und *Spondylus*-Arten vor, Steinkerne von *Panopaea* & *Pinna*, letztere mit zum Theil gut erhaltener Schaale. Bei *Kornabrunn* & *Niederleiss*, zwischen der *Brünner-* & *Znaimer*-Strasse, findet man die grosse *Ostrea longirostris* frei auf den Feldern umherliegend.

Die *Foraminiferen* kommen am reichlichsten im *Nussdorfer* Kalkmergel vor; es sind vorzüglich die Gattungen: *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Truncatulina*, *Polystomella* und letzte in grosser Zahl der Arten. Diese Gattungen kommen dagegen in *Baden* höchst selten vor, dafür aber ausschliessend beinahe alle *Nodosarien*, die meisten *Cristellarien*, mehrere Arten von *Quinqueloculina*, *Dentalinen*, die *Frondicularia*, *Lingulina* u. e. a.

In der Mitte der Stadt *Wien* ist beim Bohren eines artesischen Brunnens ein bläulicher Sand zu Tage gefördert worden, der einige besondere Arten von Foraminiferen enthält, als: *Nodosaria irregularis*, *Polystomella crassa* *).

In den thonigen Mergeln des *Leitha-Kalkes* von *Neundorf* und in dem dortigen sandigen *Tegel* hat M. J. CZJZEK **) 25 Foraminiferen-Arten gefunden, die von v. HAUER noch nicht beobachtet worden waren, und darunter ein neues Genus, das er *Sexloculina* nennt.

Von *Corallen* hat A. E. REUSS in den Umgebungen von *Wien* und an weiter entlegenen Fundorten nicht weniger als 207 Arten

*) Vergleiche: v. HAUER's Verzeichniss der *Wiener* Foraminiferen im Jahrb. für Min. 1839. S. 428.

**) Beitrag zur Kenntniss der Foraminiferen des *Wiener* Beckens. (Naturwiss. Abhandlungen, Vol. II., Wien 1848).

gefunden und beschrieben (s. oben S. 1064, Note), die meistens im *oberen Tegel*, der mit den untersten Schichten des *Leitha-Kalkes* wechsellagert, und im Sand von *Neudorf* vorkommen. Der *Leitha-Kalk* enthält selbst auch viele und insbesondere grosse Arten, die aber durch Ueberkrustung grösstentheils unkenntlich sind. Die Gesammtzahl der Corallen, worunter 175 Bryozoen und 32 (1/6) *Anthozoen*, verhält sich zur Zahl der jetzt bekannten Mollusken-Arten der Wiener Schichten, wie 10 : 25, während das Verhältniss in Norddeutschland = 10 : 55 ist. Von den 207 Wiener Corallen-Arten sind nur 37 auch aus Tertiaerschichten anderer Gegenden bekannt; davon 5 aus italienischen Miocän-Schichten, 7 aus der Subapenninen-Bildung, 10 aus Pliocän-Bildungen Norddeutschlands, 4—6 aus Pariser Eocän-Kalk. Aber 8 entsprechen auch Corallen-Arten der oberen Kreide Mastrichts, und 1 sogar einer Art aus dem Jura des Calvados. Hiernach scheinen die Corallen der Wiener Schichten zur schärferen Charakteristik derselben nicht beizutragen.

Von *Cytherinen* (Krustenthiere der Abtheilung *Entomostraca*, mit zum Theil kieferlosem Mund und meist dünnhäutiger Körperbedeckung) wurden bereits 79 Arten im Wiener Becken gefunden.

Als charakteristische Conchylien der Wiener-Schichten, als *Leitmuscheln* zur richtigen Erkennung derselben, durch ausschliessendes Vorkommen, grosse Verbreitung und leicht kenntliche Form dazu besonders geeignet, erscheinen: *Conus acutangulus*, *Oliva Dufresnei*, *Ancillaria glandiformis* Lk., *Voluta rarispina*, *Buccinum baccatum*, *Pyrula rusticula*, *Fasciolaria Polonica*, *Cancellaria inermis*, *Pleurotoma Borsonii*, *Cerithium inconstans*, *Turritella Archimedis*, *Natica compressa*, *Rissoa perpusilla*, *Bullina Lajonkairiana*, *Crepidula cochleare*, *Crassatella dissita*, *Corbula crassa*, *Lucina squamulosa*, *Venericardia Jouanneti*, *Pecten laticostatus*, *Pecten solarium*, *Dreissenia* alle Arten *).

Von *Echiniden* wurden um *Wien* Arten gefunden von: *Cidaris*, *Spatangus*, *Ehinus*, *Clypeaster*, *Nucleolites*.

Die *Fisch-Reste* der *Wiener* Schichten wurden erst in der neuesten Zeit vom Grafen v. Münster **) und von dem Ichthyologen J. Heckel ***) bestimmt. Die Mehrzahl derselben wurde in den Sandschichten zu *Neudörfl* an der Oesterreichisch-Ungarischen Grenze gefunden. Sie gehören nach Graf v. Münster

*) Vergleiche: Bronn, Jahrb. für Min. 1837, S. 229, 254 ff. und *Lethaea*, 2te Ausg. 1838. Bd. II. S. 843.

**) Beiträge zur Petrefaktenkunde, Heft VII., 1846; Fr. v. Hauer, im Jahrb. für Min. 1847. S. 241.

***) Jahrb. für Min. 1849. S. 499.

18 Geschlechtern und 56 Arten an, die zum Theil neu sind. Die Geschlechter sind: *Sphaerodus*, *Phyllodus*, *Capitodus*, *Radamas* (neues Geschlecht), *Notidanus*, *Corax*, *Galeocerdo*, *Sphyrna*, *Hemipristis*, *Glyphis*, *Carcharodon*, *Otodus*, *Oxyrhina*, *Lamna*, *Myliobates*, *Cybium*, *Saurocephalus*, *Notarus* *).

Aus der *Leitha-Kalk-Bildung* (s. oben S. 1063), die ein sehr interessantes jüngeres Glied der *Wiener*-Ablagerung und auch ausserhalb des eigentlichen Wiener-Beckens sehr verbreitet ist, wurden zum Theil die obigen Fisch-Geschlechter *Galeocerdo*, *Oxyrhina*, *Lamna*, *Myliobates* erhalten (Garschenthal bei Steinabrunn), theils solche, die eine gewisse Verwandtschaft mit den Fischen der viel älteren Gebirgsbildung des *Monte-Bolca* unfern Verona zeigen, als: *Labrus parvulus* Ag., *Labrus Agassizi* Heck., *Rhombus Fitzingeri* Heck., *Scomber antiquus* Heck., *Pygaeus Jemelka* Heck., *Lates Partschi* Heck., *Clupea Haidingeri* Heck. (*Margarethen* im *Leitha*-Gebirge).

In einer ähnlichen muschelreichen Kalkbildung zu *Porcsesd* unfern *Herrmannstadt* in Siebenbürgen, welche zu dem *Leitha-Kalk* gerechnet wird, finden sich neben den *Conchylien*-Geschlechtern *Ostrea*, *Nerita*, *Natica*, *Cypraea*, *Cerithium*, *Strombus*, *Trochus*, in Gesellschaft von *Corallen* und einigen *Echinodermen* folgende Fischreste: *Phyllodus Haueri* Münst., *Pycnodus Toliapicus* Ag., *Capitodus truncatus* Münst., *Galeocerdo latidens* Ag., *Carcharodon megalodon?* Ag., *Carch. turgidus* Ag., *Carch. heterodon* Ag., *Oxyrhina hastalis* Ag., *Oxyrhina xiphodon* Ag., *Oxyrh. leptodon* Ag., *Oxyrh. Desorii* Ag., *Lamna elegans* Ag., *Lamna cuspidata* Ag., *Lamna dubia* Ag., *Lamna contortidens* Ag. Ueberdies enthält dieser Kalkstein auch *Nummuliten* (*Nummulina crassa* Bronn und *Num. perforata* Ficht.), welche in den Wiener Schichten zu fehlen scheinen, dagegen in der Galizischen und Siebenbürgischen Tegelbildung häufig sind.

Aus der Classe der *Reptilien* wurden Arten von *Crocodilus*, *Emys* (*E. Turnauensis* Mey.) und *Trionyx* (*T. Partschi* Fitzinger) gefunden.

Ganz besonders glücklich war man in den letzten Jahren in Auffindung von *Säugethier-Resten*. Von *Cetaceen* fand man in dem Sande von *Linz* die Reste von *Squalodon Grateloupi* Mey., *Halianassa Collinii* Mey., welche so charakteristisch für die Miocän-Schichten sind, und von *Balaenodon Linzi* Mey. Aus der Abtheilung der Dickhäuter wurden Reste gefunden von:

*) Nach Agassiz befinden sich unter den Fischen, die Graf v. Münster bestimmt hat, die Geschlechter *Chrysophys*, *Sargus*, *Labrus* & *Acanthurus* (*A. Haueri* Ag.), und lösen sich die meisten *Genera* auf, die er aufgestellt hat. Sie reihen sich zu den *Sparoiden* ein. Jahrb. für Min. 1846. S. 471.

Mastodon angustidens Cuv. (Sand und Kies am Schloss *Belvedere* in Wien; in ähnlichen Schichten unter Löss zu Grafenegg bei Krems in Oesterreich).

Dinotherium giganteum Mey. (Schloss Belvedere; Maria Enzesdorf bei Wien; Wilfersdorf in Oesterreich; Eisgrub in Mähren; Riegersburg in Steyermark).

Dorcatherium Naui Kaup. = *Dorcatherium Vindobonense* Mey. (Sievering; Braunkohle von Turnau in Steyermark und von Schauerleiten).

Acerotherium incisivum Kaup. = *Rhinoceros incisivus* Cuv. (Sand am *Wiener-Berg*; Braunkohle von Gloggnitz in Oesterreich; Wiener-Berg; Eisgrub in Mähren; Goyss am Neusiedler See).

Sus palaeochörus? (Belvedere).

Crocodil. (Leiding bei Wiener-Neustadt, in Braunkohle).

Hippotherium gracile Kaup. (Sandschichten im Tegel am Wiener-Berg bei *Inzersdorf* und *Laar*).

Nager, zu den *Castoriden* gehörig.

Zähne von 4 Raubthier-Arten (Neudörfl).

Palaeomeryx medius (Neudörfl; Braunkohle von Leiding).

Cervus haplodon Mey. (Neudörfl).

In den Schichten der Leitha-Kalk-Bildung, deren Reichthum an *Corallen*, *Foraminiferen*, *Cytherinen*, *Fischen* so anziehend ist, kommen auch viele Reste von Thieren höherer Classen vor, als:

Dinotherium giganteum Mey. (Mannersdorf, Bruck am Leitha-Gebirge).

Listriodon splendens Mey. (Mannersdorf).

Mastodon angustidens Cuv. (Bruck an der Leitha).

Rhinoceros incisivus Cuv. (Loreto, Bruck am Leitha-Gebirge).

Palaeotherium Aurelianense Mey. (Bruck an der Leitha).

Cervus haplodon Mey. (Mannersdorf am Leitha-Gebirge).

Emys Loretana Mey. (Loreto am Leitha-Gebirge).

Psephophorus polygonus Mey. (Sand unter Leitha-Kalk zu Neudorf an der Marck).

Die Reste von *Psephophorus* sind unstreitig die interessantesten, welche die Oesterreichische Tegelbildung darbietet, wenn das Thier wirklich zu den Dasypodiden gehört; es wäre der erste Nachweis, dass auch in der *alten Welt* von dieser Familie Thiere vorhanden gewesen sind. *)

*) H. v. Meyer, der das fossile Geschlecht *Psephophorus* aufgestellt hat (Jahrbuch für Min. 1846, S. 472 und Jahrbuch für Min. 1847, S. 579), führt dasselbe weder im Enumerator palaeontologicus, noch

Das im Becken von Wien und südwärts davon stark entwickelte Gebilde des *Leitha-Kalkes* besteht aus drei Abtheilungen: aus Conglomeraten, Sandlagen und Kalkstein-Bänken *). Die Conglomerate, kalkige Trümmergesteine, bilden die unterste Lage. Die durch ein kalkiges oder mergeliges, oftmals auch aus Kalkspath bestehendes Bindemittel verkitteten, bald eckigen, bald abgerundeten Bruchstücke, *südwärts Wien* theils weissliche, theils schwärzliche Kalke, sind sparsam mit Sandstein-Trümmern verschiedener älteren Formationen untermengt. Faust- bis Kopfgrosse Trümmer, sind die gewöhnlichen; darüber bis zur Grösse von 2 Fuss sieht man sie nur ausnahmsweise. Oefters sind sie viel kleiner, und das Gestein gleicht dann einem Sandstein.

Bei vorwaltendem Bindemittel geht es in einen sandigen Kalk über, und stellenweise hat es die Beschaffenheit eines dichten Kalksteins, wie z. B. bei *Baden*. Stellenweise hat dieses Trümmergestein ein artiges Aussehen, wie z. B. hinter *Gumpoldskirchen* und *Lindabrunn*. In seinen obersten Schichten liegen da und dort grosse, zerbrochene Austern.

Im südlichen Theil des Wiener Beckens bilden diese Trümmergesteine in *geneigten* Schichten die äussere Umgebung des dortigen Tertiaergebirges. Im *Leitha-Gebirge* treten sie vorherrschend als die untersten Schichten auf, und enthalten in der Nähe des aus krystallinischen, versteinerungsleeren Schiefern zusammengesetzten *Rosalien-Gebirges*, Rollstücke von Quarz, Gneis und Glimmerschiefer. Hier erscheint das Trümmergestein auch zwischen den Kalkbänken mit gleichen Einschlüssen (Margarethen, Sumarein u. s. w.), und letztere verlaufen öfters in dasselbe. An der Ostseite des *Leitha-Gebirges* wird dieses Trümmergestein durch Sandlagen vertreten, und darüber tritt dann der *corallenreiche Kalkstein* auf.

Dieser Kalkstein zeigt sehr viele Modificationen, und enthält im Allgemeinen so viele Versteinerungen, dass er oft ein blosses Conglomerat von Ueberresten meerischer Thiere ist, die mehr oder weniger fest durch ein kalkiges Bindemittel verkittet sind. Weisse, graue, gelbliche und bräunliche dichte Abänderungen dieses Kalksteins sind häufig zellig, und enthalten Muscheln, Corallen, Spongien und Alcyonien. Andere graue und gelbliche, sehr verbreitete Kalkstein-Arten enthalten nur Corallen-Trümmer, die durch ihre lichtere Farbe sich von der dichten dunkleren Gesteinsmasse augenfällig unterscheiden. Mitunter besteht die

im Nomenclator palaeontologicus von Bronn an, und scheint es hiernach, als wenn die provisorisch gegebene Bestimmung dieses Geschlechtes keine definitive Bestätigung erhalten hätte.

*) Boué Guide du géoloque voyageur, Vol. II. 1835.

Hauptmasse derselben aus lauter Trümmern versteinerter Thier-Reste, die nur von wenigen Theilen einer dunkleren Kalkmasse umschlossen sind (Kaisersteinbruch im Leitha-Gebirg). Seltener ist der Kalkstein ganz dicht, bräunlich-gelb, und umschliesst Reste grosser Echiniden und Corallen, an deren Stelle öfters Höhlungen sind, die zum Theil eine Kalkspath-Auskleidung haben. So sieht man es bei *Wollersdorf*, fünf Stunden südlich von *Wien*, und bei *Rauchstallbrunn*, eine Stunde südlich von *Baden*.

Manchmal erscheint der Kalkstein als ein wahres Corallen-Aggregat von lichter, gelblich-weisser Farbe; bisweilen zeigen sich darin die Corallen noch mit rother Färbung. Das Ansehen solcher Schichten ist vollkommen dasjenige zertrümmerter und wieder zusammengebackener Corallen-Bänke. Man sieht solche bei *Wollersdorf*, *Lauretta* & *Margarethen* am Leitha-Gebirge. Mitunter sind die Trümmer fossiler Thier-Körper durch einen weichen Kreide-Tuff nur schwach zusammengehalten, und bisweilen erscheinen sie ganz zertrümmert in der Form eines gelblich-grauen oder bräunlich-grauen Sandes. Alle diese Abänderungen sieht man theils in den *Laurettaer*, theils in den *Wollersdorfer* Steinbrüchen.

Auf einige wenige Localitäten beschränkt, erscheint der Leitha-Kalk auch in einer porösen Abänderung und mit Einschluss von Cerithien, Turritellen und Bivalven. Solche Schichten zeigen sich vorzüglich im Norden von Wien, um Prinzendorf, zwischen Nickolsburg, Feldberg und Poisdorf und im nördlichen Leitha-Gebirge.

Endlich tritt im Gebiete dieser eigenthümlichen Kalkbildung noch ein *Nummuliten-Kalk* auf, welcher der *dritten*, jüngsten *Nummuliten-Zone* angehört *). Dieser bald dichte, bald weichere, mergelige Nummuliten-Kalk von weisser, gelber und brauner Farbe ist *südlich* von *Wien* bei *Lauretta* und *Wollersdorf* anstehend, im *Bakonywalde* sehr ausgebreitet, und auch in *Siebenbürgen* für die oberen Lagen des Leitha-Kalks sehr charakteristisch. In Ungarn und Siebenbürgen sind die Nummuliten-Schichten hin und wieder sandig, zerfallen an der Luft, wobei die Nummuliten frei auf den Feldern umherliegen.

Die Lagerungsfolge der verschiedenen Abänderungen dieses Leitha-Kalkgebildes ist nach Boué im Allgemeinen folgende: Der Corallen-Kalk wechselt im untersten Theile mit Kalk-Conglomerat oder mit Sand ab, und umschliesst selbst Kalkgerölle und Trümmer krystallinischer Gesteine. Seine weicheren und lockeren Abänderungen erscheinen inmitten der Kalkschichten da und dort

*) Ewald, im Bericht über die Verhandlungen der mineralogischen Section des *Italienischen* Gelehrten-Congresses zu Venedig im Herbst 1847. Jahrb. für Min. 1848. S. 713.

untergeordnet. Der *Cerithien-Kalk* tritt an einzelnen Stellen als oberstes Lager auf. Im Allgemeinen bedeckt aber das *Nummuliten-Gestein* in *Unterösterreich*, im *Leitha-Gebirge* und im *Bakonywald* alle Modificationen des Corallen-Kalkes. Den Cerithien-Kalk sieht man nach PARTSCH *) an einigen Stellen mit Lagen von Mergel und Sand wechseln, so bei *Steinabrunn*, *Nickolsburg* und zwischen diesem Dorf und dem *Porzteiche*.

Der *Leitha-Corallen-Kalk* begleitet das unterliegende Trümmergestein längs des Fusses der Kalk-Alpen bei *Wien* von *Petersdorf* bis *Brunn* & *Enzesdorf*, erscheint bei *Baden* auf der Nordseite des St. Helena-Thales unterhalb *Rauheneck*, und auf der Südseite zu *Rauchstallbrunn*, besonders aber und auf beiden Thalseiten bei *Wollersdorf*; er setzt die kleine Kette des *Leitha-Gebirges* zusammen, nach der er benannt ist.

Die Schichten des *Wiener-Beckens*, häufig auch *Tegel-Bildung* genannt, sind ausserhalb seines Bereiches, in *Oesterreich*, *Steyermark*, *Mähren*, *Galizien*, *Ungarn* und *Siebenbürgen*, weit verbreitet, und schliessen zahlreiche Lagen von *Braunkohlen* ein, die von den eigentlichen *Tegel-* (Thon-) Schichten umschlossen sind. Stücke und Nester von bituminösem Holz findet man schon in den Thonlagen um *Wien* und *Baden*. Mächtigere Flötze von bituminösem Holz und Braunkohlen werden an vielen Orten in Oesterreich abgebaut, wie zwischen *Neufeld*, *Stückenbrunn* und *Potsching* südwärts *Elenförth*, zu *Schauerleiten* bei Wiener-Neustadt (s. oben S. 1075), zu *Gloggnitz* und *Turnau* in Steyermark, *Riegelsbrunn* und *Kirchschlag* an der Donau, am *Brennberg* bei *Oedenburg* am *Leitha-Gebirg*, bei Fünfkirchen in Ungarn u. s. w. Am Brennberg bei Oedenburg hat die Braunkohlen-Masse eine ungefähre Mächtigkeit von 14 Toisen bei einer Längenerstreckung von 106 Toisen. Sie ist durch Thonlagen in mehrere Abtheilungen geschieden, und wird auf der Höhe des Thales von *Wandorf* durch Tagebau gewonnen.

In *Galizien* ist die Schichtenfolge der Tegelbildung nach BOUÉ **):

Corallenkalk in Wechsellagerung mit *Muschelsand*, untergeordneten Lagen von *Süsswasserkalk* und *Braunkohlen*.

Kalkiger *Sandstein*, *Sand*, sandiger *Kalk*.

Thon mit *Erdöl* und *Erdpech*.

Mergelthon mit *Steinsalz*, *Gyps*, *Anhydrit*, *Schwefel*, in Begleitung von kalkigem *Sandstein*.

Von ganz besonderer Wichtigkeit sind die Galizischen *Salz-Lagerstätten* zu *Wieliczka* und *Bochnia*, deren geologische Stel-

*) BOUÉ, a. o. a. O. und Journal de Géologie. 1830. II.

**) Journal de Géologie. I. p. 337.

lung im Tertiaergebirge zuerst KEFERSTEIN *) und BOUÉ **) bestimmt haben. Sie enthalten eine ungeheure Masse von *Steinsalz*.

Wieliczka, durch seine Salzwerke altberühmt und durch diese angezogen, alljährlich von so vielen Reisenden besucht, liegt in der Mitte eines flachen Gebirgskessels. Sein Salzkörper, aus Thon, Mergel, Steinsalz, Gyps, Anhydrit und Sandstein zusammengesetzt, ist durch den Bergbau von O.—W. nach dem Hauptstreichen der Lagerstätte in einer Länge von 1500 Lachtern, in einer Breite von 500 Lachtern und bis zu einer Teufe von 140 Lachtern aufgeschlossen. Die Schichten fallen südlich, theilweise aber auch nördlich; in oberer Teufe 30° und darüber, in tieferen Sohlen dagegen nur 10° und darunter. Ausserdem senkt sich der Salzkörper noch in der Streichungslinie von Morgen gegen Abend unter einem Winkel von 3 bis 4 Grad, so dass bei unverändertem Niveau der Fläche über Tage die obersten Salzlagen des alten Morgenfeldes im neuen abendlichen Felde erst in einer weit grösseren Tiefe erreicht wurden ***).

Die Oberfläche des Salzgebildes ist theils mit Ackererde, theils mit einem gelblichen Letten bedeckt, unter welchen sich gegen Ost und Süd Salzthon hervorhebt, der über Tag westwärts gegen *Schworzowitz* †) in grösserer Ausdehnung auftritt, mergelartig wird, in einzelnen Lagen gediegenen und erdigen *Schwefel* in grosser Menge enthält und mit gleichfalls schwefelführenden Lagen wechselt, worin Quarzkörner, Glimmerblättchen und viele schwarzbraune Punkte liegen. Diese schwefelführende Bildung, von Gyps begleitet, zeigt sich auch bei *Czarkow*, wo, wie am ersteren Orte, der Schwefel bergmännisch gewonnen wird, und bei *Schelona*, $^1/_2$ Stunde von Schworzowitz. Das Gestein ist an diesen Orten vorherrschend ein aschgrauer, etwas erhärteter Kalkmergel, in welchem der Schwefel öfters Lagen von 2 bis 3 Fuss Mächtigkeit bildet. Gewöhnlich ist er ziemlich gleichförmig durch den Mergel vertheilt. Bisweilen tritt er aber auch ausgesondert in einzelnen Faust-grossen Kugeln und Nieren auf. Solche geben 60—80 Procent reinen Schwefel, während man aus dem Schwefel-Mergel im Durchschnitt nur 8—10 Procent ausbringt. Ohne Schwefel zeigt sich die gleiche Mergelbildung mit Gyps auch bei Szczerbakow, Busko an den Ufern der Nidda und um Krakau.

*) Deutschland, geognost. geolog. dargestellt, Bd. II. Heft 2. S. 178. Vergleiche auch: BEUDANT, voyage en Hongric II.

**) Journal de Geologie I. Vergleiche: LILL, Mém. de la Soc. géol. de France I.

***) THÜRNAGEL, Bemerkungen über Wieliczka & Bochnia, in KARSTEN'S Archiv für Bergb. und Hüttenw. Bd. XII. Heft 2. S. 337 ff.

†) Siehe die Charte Nr. II. in C. v. OLYNHAUSEN'S geognost. Beschreibung Oberschlesiens. Essen. 1822.

Das Innere des Salzkörpers von *Wieliczka* besteht aus abwechselnden Schichten und Bänken von Steinsalz, Gyps und Salzthon, auf das mannigfaltigste mit einander wechselnd. Die Mächtigkeit der Schichten und Bänke ist aber nicht regelmässig, sondern von der verschiedensten Art; bald erweitern sie sich, bald ziehen sie sich zusammen, und oft rasch und bis zum Unmerklichen. Während fast Alles von Steinsalz mehr oder weniger durchdrungen ist, bildet dieses stellenweise einzelne grosse, reine Nester.

Dieser schichtenartige Bau der Lagerstätte zeigt an, wie dieselbe durch eine Reihe auf einander folgender Niederschläge gebildet worden ist. Bestimmter aber noch beurkunden die darin eingeschlossenen *organischen Reste* ihren *sedimentären* Charakter. Im Salzthon wurden *Fischreste* gefunden *); ein ganz aus *Nummuliten* zusammengesetztes Gestein macht einen Theil des Salzkörpers aus **). Ferner wurden bis jetzt im Steinsalz und Salzthon 40 *Mollusken-Arten*, 29 *Ostrakoden*, 17 *Polyparien* und 120 *Foraminiferen* gefunden. Unter den *Ostrakoden* (worunter 19 Cypridinen) sind 9 Arten eigenthümlich, 11 mit dem Leitha-Kalk gemeinsam, 2 mit dem Wiener Tegel und 7 mit beiden. Von den 17 *Polyparien* stimmen 16 mit denen des Leitha-Kalkes überein, so dass der Salzkörper von Wieliczka dem *Leitha-Kalk*, also einem der jüngsten Glieder des Wiener Beckens am nächsten steht ***).

Vom Tage nieder liegen über der Salzlagerstätte, unter der Dammerde, abwechselnde Lagen von *Lehm*, von *Triebsand* (der wasserreich und etwas lehmig ist, beim Drücken in der Hand sich ballt, flüssig wie ein Teig wird und viele Geschiebe einschliesst) und von *Mergel*, welcher in einer gewissen Tiefe Gyps führt. Hierauf folgt *Gyps* mit *Salzthon* (Hulda, Halde genannt), der nach und nach salziger wird und noch tiefer die ersten Salzlager enthält, welche noch sehr unrein sind, und die man nach ihrer Färbung *Grünsalz* nennt. Es ist gewöhnlich mit Kohlenpartikeln, Stücken von bituminösem Holz und Anhydrit-Nieren untermengt. In dieser Lage kommt in einem Queerschlage, *Koberbein*, das sogenannte *Knistersalz* vor, ein Steinsalz, das beim Auflösen in Wasser knistert. Dies rührt nach Dumas davon her, dass es in mikroskopisch kleinen Höhlungen comprimirtes Gas ($C. H._2$?) einschliesst, welches die bei der Auflösung immer

*) H. G. Bronn, über das Vorkommen der Tegelformation und ihrer fossilen Reste in Siebenbürgen und Galizien, im Jahrb. für Min. 1837. S. 656.

**) Ebendaselbst.

***) A. E. Reuss, die fossilen *Entomostraceen* des Oesterreichischen Tertiaerbeckens, Wien 1849; daraus im Jahrb. für Min. 1849. S. 765.

dünner werdenden Wandungen der Höhlungen endlich mit Geräusch zersprengt und dann entweicht. Zuweilen kommen in der Grünsalz-Lage auch Parthien von Sandstein vor. Bei 34 Lachter unter Tage befindet sich die erste Hauptsohle (Etage) des Baues *). Von dieser geht das Grünsalz noch über 50 Lachter nieder, im Wechsel mit Salzthon und Gyps. Steinsalz und Gyps liegen in der vielfach zerklüfteten Thonmasse in einzelnen grösseren und kleineren Stöcken, deren Ablösungsflächen vorwaltend ein südwestliches Einfallen wahrnehmen lassen. Es wurden in der Grünsalz-Lage nicht selten fossile Conchylien gefunden, auch nussartige Früchte und Zapfen von Coniferen.

Unter dem Grünsalz folgt mit viel geringerem Fallen der Schichten die Lage des reineren *Spysa*-Salzes, in welcher die reichste Salzgewinnung statt findet. In dieser Lage kommt, zum Theil in der Masse des Steinsalzes selbst, häufig bituminöses Holz vor, das die Grubenarbeiter Wagh-Solin (Holzkohle des Salzes) nennen, und in dessen Nähe eine dem Berg-Theer ähnliche Substanz gefunden wird, wovon oft auch die Stücke des bituminösen Holzes durchdrungen sind, und die selbst dem Steinsalz häufig eingemengt ist. Sie verbreitet einen durchdringenden, unangenehmen Geruch, der dem des Steinkohlen-Theers am nächsten kommt **).

Durch eine Lage Salzthon vom Spysa-Salz getrennt, folgt in grösserer Tiefe das sehr reine *Szybik*-Salz mit regelmässiger und sehr häufig wellenförmiger Lagerung. An einigen Punkten wiederholt sich die Ablagerung von Spysa- und Szybik-Salz, überall aber folgen mehrere Lagen des letzteren unter einander, jederzeit getrennt durch mehrere Lachter starke Zwischenmittel von Salzthon, und zuweilen durch eingelagerte Schichten des über Tag im Hangenden abgelagerten Sandsteins. Im äussersten abend-

*) Diese Tiefe ist für die grosse Zahl schaulustiger Reisenden, welche Wieliczka besuchen, von besonderem Interesse, weil sich in ihr eine kleine in Steinsalz gehauene Kapelle befindet, worin mehrere ebenfalls in Salz künstlich gehauene Statuen stehen, und alljährlich einmal Gottesdienst gehalten wird; ferner eine zur Herstellung eines Saales benutzte beträchtliche Weitung, deren Anblick bei starker Beleuchtung einen grossen Eindruck macht. Ausserdem sieht man in Steinsalz gehauene Terassen, Thore, Obelisken u. s. w. Der ganze Bau auf der Wieliczka-Lagerstätte ist grossartig geführt und sehenswerth, wenn gleich im Wesentlichen sehr einfach. Man führt söhlige Strecken im Streichen in ungleichen Abständen, macht dadurch den Hauptaufschluss, und treibt von diesen in Abständen von 80 bis 100 Lachtern querschlägige Strecken gegen das Hangende und Liegende, wovon man aber vorsichtig in gehöriger Entfernung bleibt, damit keine Wasser angehauen werden.

**) Beudant a. o. a. O., v. Olynhausen a. o. a. O. S. 299.

lichen Felde hat man in dieser Tiefe das Salzthon-Gebilde mit Schwefel angefahren; Verhältnisse, die an das Schwefel-Vorkommen zu Schworzowitz erinnern. S. oben S. 1079.

Die Lagen des Spysa- und Szybik-Salzes sind wellenartig gebogen, machen Mulden und Sättel, und sind gewöhnlich in den tiefsten Punkten der Mulden am mächtigsten, obwohl auch an Stellen, wo die wellenförmige Schichtenlage nicht vorhanden ist, starke Salzanhäufungen liegen. Im Ganzen sind aber die Steinsalzkörper dieser beiden Salzarten bei weitem weniger mächtig, als die des Grünsalzes, doch halten sie weiter in die Länge aus. Die Lage der Schichten des Salzkörpers von Wieliczka zeigt unverkennbar an, dass sie eine grosse Mulde machen. Daher auch die Verschiedenheit der Schichten-Senkung.

Im bis jetzt erreichten Tiefsten, 1200 Fuss unter der Oberfläche, liegt ein efflorescirender Schiefermergel, und zunächst darüber eine Lage von Granit- und Kalkgeschieben der Umgegend. Nicht selten durchbrechen süsse Grundwasser die Sohle, die bisweilen mit solcher Gewalt auftreiben, dass sie Lachter dicke Bergfesten zersprengen. Sie geben einen hepatischen Geruch aus, und sind milchig trübe.

Beudant (Voyage en Hongrie II.) gibt die Höhe von Wieliczka zu 260 Meter = 866 Bad. Fuss über dem Meere an; man ist also mit den tiefsten Arbeiten über 300 Fuss unter das Meeres-Niveau niedergegangen. Die Salzmenge, welche jährlich hier gewonnen wird, soll sich bis auf 800,000 Zentner belaufen.

Bochnia liegt 4 Meilen östlich von Wieliczka. Es ist von höheren Bergen umgeben, als dieses, welche durch den im Hangenden des Salzgebirges liegenden Sandstein gebildet werden. In der Mitte des Thalgrundes liegt ein Bergrücken, worauf ein Theil der Stadt Bochnia steht, der sich auf der Nordseite, wo die grössten Höhen am nächsten herankommen, verflächt, so dass der Thalkessel in zwei kleine Thäler getheilt ist, die sich an seinem Nordrande zu einem vereinigen, aus welchem die Gewässer dem nahen Raba-Fluss zufliessen.

Der Salzkörper von *Bochnia* zieht, wie zu Wieliczka, von O. nach W., durchschneidet daher fast rechtwinkelig die kleinen Thäler und den zwischenliegenden Bergrücken. Er ist auf eine Länge von reichlich 1400 Lachtern aufgeschlossen. Die grösste Breite, in 187 Lachter Teufe beobachtet, beträgt 82 Lachter; die grösste Teufe, bis zu welcher man niedergegangen ist, 225 Lachter. Das Einfallen der Schichten, vorherrschend südlich, wie zu Wieliczka, ist in den oberen Teufen viel stärker, als dort, nämlich 70 bis 80 Grad, und an einzelnen Stellen sieht man sogar seigere Schichten. In tieferer Sohle aber, in noch nicht völlig 200 Lachter Teufe, ist die Schichten-Neigung schwach, und beträgt nur etwa 10 Grade.

Die gegenseitige Lagerung der Glieder des Salzkörpers von *Bochnia*, welche dieselben sind, wie zu *Wieliczka*, ist viel regelmässiger, als dort. Lagen von Steinsalz, von Salzthon, von Gyps und von einem Gemenge dieser beiden, an Zahl und Mächtigkeit verschieden, laufen neben einander fort. Die beiden mächtigsten Salzlagen liegen ziemlich an den Grenzen des Salzkörpers, nahe am Hangenden und Liegenden. Die Lagen neigen sich unter einem Winkel von 15 Graden von O.—W., wobei zugleich ein Auskeilen derselben auf der Abendseite bemerkbar ist. Wie zu Wieliczka, so beobachtet man auch hier stellenweise eine nördliche Einsenkung der Schichten. Das Liegende bildet grauer, salziger Thon; das Hangende ein bräunlicher, salziger und bituminöser Thon, mit glänzenden Kluftflächen. Auf der Abendseite sieht man die einzelnen Lagen sich ausspitzen, und das Hangende und Liegende sich bis auf ein Lachter nähern, ja in 170 Lachter Teufe ganz zusammentreffen. Weitere Aufschlüsse können daher nur im morgendlichen Felde erhalten werden.

Eine wellenförmige Lagerung zeigt sich auch hier, wo die Schichten schwache Neigung haben. Am Liegenden ist an einzelnen Stellen, durch das Nebeneinanderliegen zerbrochener Stücke, die gewaltsame Störung der ursprünglichen Lagerung angedeutet. Ueber dem Salzkörper liegt südlich im Hangenden desselben ebenfalls Sandstein; gegen Osten Gyps in grosser Ausdehnung.

Der Gyps des Salzkörpers ist häufig wasserfrei, d. i. *Anhydrit*. Dieser findet sich zu Wieliczka, weit häufiger aber zu Bochnia in der Form des sogenannten *Gekrössteins* (Pierre de trippes), nämlich in unvollkommenen, nierenförmigen Gestalten, noch gewöhnlicher in darmförmig gewundenen Lagen, von der Dicke eines Zolls bis zu der einer halben Linie, die meistens mit Salztheilen vermengt sind *).

Wo die über dem Salzkörper liegende Gypsbildung im Nordwesten von Wieliczka und Bochnia in grosser Mächtigkeit an den Ufern der Nidda und Weichsel auftritt, da erscheint sie stellenweise mit auffallenden Formen, in Hügeln, die wie Bastionen oder Festungswerke aussehen. Wenn der Gyps von Mergel- und Thon-Massen begleitet wird, so fehlen auch Soolen-Quellen nicht, die aber geringlöthig sind. Die bedeutendste der vielen, die Soolquelle von *Busko*, wurde in früherer Zeit zur Salz-Gewinnung benützt.

Dasselbe Salzgebirge, welches zu *Wieliczka* und *Bochnia* die riesenhaften Salzkörper umschliesst, zieht sich salzführend an 150 Meilen am Nordabfall der Karpathen fort durch *Galizien*, *Ungarn* und *Siebenbürgen*. In Ungarn wird zu Schowar bei Eperies eine

*) Siehe: Klaproth, Beiträge zur chem. Kenntniss der Mineralkörper, Bd. IV. 1807. S. 231.

bedeutende Saline betrieben, welche eine reiche Soole benutzt. Im Marmaroscher Comitat werden Steinsalzgruben zu *Schugatac*, *Rhonaszeck* und *Szalathna* in einer Bildung betrieben, welche grosse Aehnlichkeit mit der von *Wieliczka* hat. Bemerkenswerth ist es, dass diese ungarischen Salzbildungen von eruptiven Gesteinen, von Porphyren, Trachyten umgeben sind.

Besonders reich an Steinsalz zeigt sich das miocäne Salzgebirge in *Siebenbürgen*. Es wird darauf gebaut in den hochliegenden Gegenden von *Visakna*, *Paraid*, *Szeck*, *Kolosch* und *Torda*. In den Umgebungen des letzteren Ortes bildet das Steinsalz reiche, 1—2 Fuss mächtige, theils horizontale, theils wellenförmige Lagen, die durch dünne Thonlagen getrennt sind, und zusammen eine Mächtigkeit von 30 bis 40 Lachter haben. Der Thon, welcher zwischen den Salzlagen oft nur Schichten von der Dicke eines Messerrückens bildet, riecht widerwärtig bituminös, und schmeckt salzig. Ein ähnlicher Thon bedeckt auch mehrere Lachter mächtig die Salzlagen, und schliesst mehrfältig Gyps ein. Westlich von Torda kommt unter gleichen Verhältnissen in der *Moldau* bei dem *Ojtospasse* und bei *Okna* am Fusse des Totrusch Steinsalz vor. Allenthalben, wo dieses abgebaut wird, ist das Salzgebirge ungewöhnlich trocken und ohne Quellen. Diese treten dagegen in den Niederungen und zwischen den Hügeln des Flachlandes häufig mit einem kleineren und grösseren Salzgehalt hervor. So ist es gerade auch in Galizien. Die hoch gelegenen Steinsalzkörper sind leer von Quellen; dagegen treten Salzquellen in der hügeligen galizischen Niederung am westlichen Fusse der Karpathen ungemein zahlreich auf, und bieten einen unerschöpflichen Salzreichthum dar. Es verarbeiten sie gegen 30 Siedereien (Cocturen), die zusammen jährlich über eine Million Zentner Kochsalz erzeugen. Ein Theil derselben zieht sich bis zur Grenze von *Podolien* *), durch welches Land, so wie durch *Volhynien* und *Bessarabien* die Tegelformation fortzieht, wie es die Untersuchungen von Eichwald **), Dubois ***), Blöde †), Scheider ††) nachweisen.

Die Ausdehnung und Verbreitung der miocänen Schichten, die in den Donauländern, und in denjenigen, die zwischen

*) Schindler: Geognostische Bemerkungen über die Karpathischen Gebirge. Wien 1815. Keferstein: Deutschland, geogn. geol. dargestellt, Bd. II. Heft 2. S. 180 ff.

**) *Bemerkungen* über Lithauen, Podolien und Volhynien im Bulletin de la Soc. imp. des Natur. de Moskow. II. p. 29—52. Karst. Arch. II.

***) Conchiologie fossile Volhyni-Podolienne, im Jahrb. f. Min. 1832.

†) Jahrbuch für Mineralogie 1841. S. 522 ff.

††) Karsten's Archiv 1834. Bd. VII.

der Donau, der Weichsel und dem Dnieper liegen, mit dem Namen der *Tegelbildung* bezeichnet werden, ist ein merkwürdiges Beispiel einer grossartigen tertiaeren Ablagerung; dabei ist die mineralogische Beschaffenheit der Gesteine höchst mannigfaltig; ihre zahlreichen organischen Reste bieten der Wissenschaft ein höchst werthvolles Material zu Vergleichungen und zur Erweiterung unserer Kenntnisse von der Fauna der mittleren Tertiaerzeit; und die Ablagerungen endlich von *Braunkohlen*, *Gyps* und *Steinsalz*, die vielen *Salzquellen*, sind für die Technik von hoher Wichtigkeit.

Im südwestlichen Deutschland fesselt das miocäne *Becken* des *Mittelrheins*, auch *Mainzer Becken* genannt, unsere Aufmerksamkeit. Es behauptet vermöge seines Reichthums an organischen Resten den ersten Rang unter allen bis jetzt bekannten mittel-tertiaeren Becken. Zu diesem wurde es durch die gründlichen, zusammenwirkenden und darum so fruchtbringenden Arbeiten rheinischer Naturforscher erhoben.

Zuerst hat H. G. Bronn das geologische Alter dieses Beckens festgestellt und eine Uebersicht seiner organischen Ueberreste gegeben *), wobei er schon Kaup's treffliche Arbeiten über die fossilen Säugethiere desselben benützen konnte **), so wie A. v. Klipstein's geognostische Schilderung seiner knochenführenden Schichten. A. Braun ***) gab hierauf eine Uebersicht der im *Mainzer Becken* bis 1840 gefundenen Reste wirbelloser Thiere und eine Vergleichung derselben mit den lebenden und diluvialen des Rheinlandes. Gleichzeitig gab H. v. Meyer †) eine summarische Uebersicht von den dort gefundenen Ueberresten fossiler Wirbelthiere. Die Schichtenfolge bestimmte für die gesammte Bildung zuerst

*) Jahrbuch für Mineralogie 1837. S. 153 ff.

**) Jahrb. für Min. 1832, S. 419; A. v. Klipstein & J. J. Kaup: Beschreibung und Abbildungen eines Schädels des Dinotherii gigantei etc., Darmstadt 1836; J. J. Kaup: Description d'ossemens foss. des Mammiferes inconnus jusqu' à presenst, qui seteouvent au Museum de Darmstadt 1835. IV. Cap.

***) Amtlicher Bericht über die 20ste Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu Mainz 1843. S. 147 ff.

†) Ebendaselbst S. 150 ff. Vergleiche damit *Dessen* Abhandlung über den gleichen Gegenstand im Jahrbuch für Min. 1843. S. 379 ff.

Fr. Sandberger *) genauer, mit Angabe der charakteristischen Thierreste der einzelnen Abtheilungen, wobei ihn A. Braun, H. v. Meyer, Raht (zu Holzappel), Dr. Genth **) (zu Marburg), Dr. Thomae ***) unterstützten. Durch eine spezielle Schilderung der geognostischen Verhältnisse um Wiesbaden †) beleuchtete Fr. Sandberger noch weitere Verhältnisse der Fortsetzung der Mainzer Tertiaerschichten auf der rechten Rheinseite.

Die *Schichtenfolge* des Mainzer Beckens ist nach Fr. Sandberger ††) von unten nach oben:

1) *Meeressand und Quarzconglomerat.* Er ruht auf dem rechten Rheinufer bei Oberursel (Nassau) unmittelbar auf dem quarzigen Taunus-Schiefer; das eisenschüssige Quarzconglomerat hat am Rothen Berg bei Geisenheim dasselbe Gestein zum Liegenden. Der Sand, bei Oberursel weiss, zuweilen thonig, ist bei Geisenheim eisenhaltig, braun. Versteinerungen kommen in dieser Lage auf der rechten Rheinseite sehr sparsam vor. Bei Geisenheim fand man *Infundibulum striatellum* Nyst. und bei Oberursel einen Zahn von *Squalus cornubicus* Blainv. Auf der linken Rheinseite ist der Meeressand mächtig entwickelt bei *Alzei* und *Flonheim*, und an ersterem Orte überaus reich an Versteinerungen. Die wichtigste Stelle bei Alzei liegt bei dem nahen Dorfe *Weinheim*, an der sogenannten Wirthsmühle. Der Sand ist hier vorwaltend braun-gelb, kalkhaltig; in einem Hohlweg, *Trift* genannt, ist er mehr grau und weisslich. Aus der grossen Zahl der hier vorkommenden Conchylien wollen wir als bezeichnende nur einige wenige nennen:

*) Uebersicht der geolog. Verhältnisse des Herzogthums Nassau. Wiesbaden 1847.

**) Vergleiche auch: Dr. Genth, Nachrichten über das Mainzer Becken im Jahrbuch für Mineralogie 1848. S. 193 ff.

***) Dr. Thomae: Fossile Conchylien aus den Tertiaerschichten bei Hechheim und Wiesbaden, in den Jahrbüchern des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau. Heft 2. 1845. S. 125 ff.

†) Ueber die geognost. Zusammens. der Gegend von Wiesbaden; Jahrb. d. Vereins f. Naturkunde im Herzogthum Nassau. Heft VI. 1850.

††) Den Angaben Fr. Sandberger's sind hier die Beobachtungen von A. Braun und Raht, welche mir ersterer mitgetheilt hat, so wie meine eigenen beigefügt.

Pectunculus crassus Phil.	Cerithium tumidum A. Br.
„ arcatus Schloth.	Tritonium argutum Nyst.
Natica gigantea A. Br.	Voluta modesta Merian.
Cerithium laevissimum Bronn.	„ Schlotheimii A. Braun.

Der Sand von Flonheim ist wieder gelb-braun, durch das Vorkommen vieler Knochen von *Halianassa Collinii* Meyer ausgezeichnet, aber arm an Conchylien, mit Ausnahme der grossen Auster *Ostrea Collinii* Merian, welche den dortigen obersten Sandschichten anzugehören scheint. Sie findet sich nämlich auch im Sand bei Weinheim, aber nicht in den unteren Lagen an der Wirthsmühle, sondern höher oben in Sandgruben der Weinberge.

Zu dieser Lage gehört auch der Sand bei Eckelsheim, von weisser und grauer Farbe; er führt aber nur wenige Conchylien-Arten, darunter jedoch einige, welche bei Weinheim nicht vorkommen, wie z. B. *Ostrea rhenana* Merian und auch die bei Flonheim häufige *Ostrea Collinii.*

Zu dieser untersten Lage gehört ferner auch das *austernführende Conglomerat* der Gegend von *Kreutznach*, das Bruchstücke von Porphyr einschliesst, stellenweise als ein Sandstein auftritt, und an der äusseren östlichen Seite des Porphyrzuges vom *Kühberg* bei Kreutznach und von der Saline Theodorshall bis *Wellstein* fortzieht. Die eingeschlossenen Porphyr-Stücke, innen fleischroth, aussen gebleicht, graulich-weiss, sind immer eckig, und das Gestein hat daher vorherrschend den Charakter einer wahren Breccie. Das Bindemittel ist Kalk. Der Sandstein ist öfters durch einen lockeren Sand vertreten. So bei *Freilaubersheim* und *Neubaymburg.* An letzterem Orte kommen Hayfisch-Zähne, Austern und einige andere Conchylien darin vor. Auf dem linken Nahe-Ufer bedeckt der Meeres-Sand die Höhen zwischen *Langenlonsheim*, *Heddesheim* und *Dorsheim*, wo auch stellenweise Schichten von Sandstein und von sandigem Kalkmergel liegen, und darunter Lehmlager mit Ostrea Collinii. Auch auf der nordöstlich von Kreutznach liegenden Gebirgshöhe, der *hungrige Wolf* genannt, sieht man den bunten Sandstein in der Nähe der *Breitenfelser Höfe* von einem ähnlichen Sande bedeckt; von da an weithin nördlich fortziehend bis an das Schiefergebirge bei *Wallhausen.* Ebenso liegt dieser Sand auf den Höhen zwischen dem *Fischbach* und dem *Gräfenbach* und auf dem rechten Fischbach-Ufer

beim *Scholänder Hof*, wo auf den Feldern Blöcke umherliegen, die voll Conchylien und den conglutimirten Sandmassen von Weinheim bei Alzei sehr ähnlich sind *).

Hierher gehört auch das aus Muschelkalk-Fragmenten bestehende Conglomerat von *Eschbach* an der Hardt, westlich von *Landau*, das Ostrea Collinii in Begleitung von Hayfischzähnen führt.

In dieser untersten Lage des mittelrheinischen Beckens kommt nach A. Braun's Beobachtungen keine einzige Landschnecke vor, so wie überhaupt keine Conchylien-Art, von der man glauben könnte, dass sie im süssen Wasser gelebt hätte. Neritina concava, die darin gefunden wird, kann nicht als Ausnahme betrachtet werden, da es auch jetzt noch im Meer lebende Arten dieser Gattung gibt.

Als eine merkwürdige Uebergangs-Localität zu der folgenden (2) betrachtet A. Braun den Sand des sogenannten *Zeilstücks* bei *Weinheim* unfern Alzei. Es kommen darin zwar noch manche Arten vor, die in der untersten Lage (1) gefunden werden, aber noch viel mehr von solchen, welche die folgende Lage (2) einschliesst. Eigenthümlich ist das zahlreiche Auftreten der *Ostrea cymbula* in dieser Sandlage, die darin vorkommenden *Cerithium plicatum*, *Corbulomya polita*, sodann eine dem *Mytilus Faujasii* ähnliche Art, einige Litorinellen, worunter sogar schon L. acuta zu sein scheint, deuten den *brakischen* Charakter dieser Ablagerung an.

2) *Blauer unterer Braunkohlen-Letten.* Auf der rechten Rheinseite tritt zwischen *Castel* und *Flörsheim*, unter der folgenden Lage (3), eine sehr mächtige Ablagerung eines grau-blauen, manchmal auch sandigen Lettens hervor, der eine grosse Menge meerischer Petrefakten enthält. Diese Lage, welche von gleicher Beschaffenheit auch bei *Hochheim* vorkommt, tritt auf der linken Rheinseite am *Petersberg* bei Alzei auf. An anderen Orten erscheint sie als kalkiger Sand oder als sandiger Mergel, wie zu *Kleinkarben* bei Frankfurt und am *Sommerberg* bei Alzei. Hier ist das Gestein ein weisser und gelblicher

*) Vergleiche auch: C. v. Olynhausen in Nöggerath's Rheinland-Westphalen Bd. I. und J. Burkart: Geognostische Skizze der Gebirgsbildungen des Kreises Kreutznach, ebendaselbst Bd. IV. S. 208 ff.

Mergel im Wechsel mit lockeren, sehr muschelreichen Kalken. Für diese Lage sind besonders charakteristisch:

Cerithium margaritaceum Brongn.	Buccinum Cassidaria Bronn.
„ plicatum Lam.	Litorinella compressiuscula A. Br.
Cyrena subarata Bronn.	

In diesem *unteren* Letten, in welchem bei Hochheim nicht selten ganze Stücke von bituminösem Holz und von Braunkohlen vorkommen, und zu *Ostheim* bei Hanau ein zusammenhängendes Braunkohlen-Flötz liegt, findet man die Conchylien vorzugsweise während der Zeit der Boden-Arbeiten in den Weinbergen, wo sie lose, theils schwarz, theils weiss, umherliegen, kleinere Arten von *Tellina*, *Panopaea* gewöhnlich in den grösseren eingeschlossen.

Durch das Vorherrschen der *Cerithien* und *Cyrenen*, von welcher Gattung die lebenden sich grösstentheils im süssen Wasser aufhalten, spricht sich die *brakische* Natur dieser Ablagerung aus, die noch weiter durch das Vorkommen mehrerer *Litorinellen* und selbst einiger *Planorben* & *Lymneen* angezeigt wird. A. Braun hat in dieser Lage am *Sommerberg* bei Alzei selbst eine *Landschnecke*, Helix Eorculum, gefunden.

3) *Süsswasserkalk.* Den unteren Braunkohlen-Letten (2) bedeckt nach Fr. Sandberger zwischen *Flörsheim* und *Hochheim* eine *Süsswasser-Bildung*, die sich vom Main-Thale an bis *Massenheim* und *Wickert* mit einer Mächtigkeit von 14—16 Fuss fortzieht. Sie besteht aus einem gelblich- oder röthlich-weissen Kalksande, oder aus einem dichten graulich-weissen bis gelblich-braunen Kalkstein mit häufigen Kieselkalk-Knollen, die eine dem Knochen-Gewebe ähnliche Structur und auf Klüften einen Ueberzug von Eisen- oder Mangan-Dendriten haben. Die vielen Klüfte des Kalksteins sind theilweise mit einem lockeren, zerreiblichen Kalk ausgefüllt. Auf Drusenräumen sind Kalkspath-Krystalle häufig. Sämmtliche Schichten beiderlei Gesteins, so wie die erdige Ausfüllung der Klüfte schliessen eine grosse Menge ausgezeichneter *Landschnecken* ein, welche hauptsächlich durch die Arbeiten von A. und M. Braun, E. Raht und Dr. Thomae bekannt geworden sind *). Sie lösen sich meist sehr schön erhalten voll-

*) A. Braun, a. o. S. 1085 angeführten Orte; M. Braun, Jahrbuch für Mineralogie 1838; Dr. Thomae, Jahrbücher des Vereins für Natur-

kommen von dem Gestein ab. Von den vorkommenden Arten ist *Strophostoma tricarinatum* M. Braun bis jetzt nur hier, und auch einige weiteren sind an keinem anderen Orte des Mainzer Beckens gefunden worden. Die bezeichnendsten sind: *Helix Ramondi* Brongn., var. minor, *H. Brauniorum* Thomae *), die grösste Helix-Art des Mainzer Beckens, *H. nana* A. Br., die kleinste fossile Art des Beckens, *H. deflexa* A. Braun in grosser Menge, *H. hypoleios* A. Braun, ziemlich häufig; *Pupa quadrigranata* A. Br., *Bulimus gracilis* Thomae, *B. lineolatus* A. Br., *B. subtilissimus* A. Br.

Zu diesen Süsswasserkalk-Schichten gehört die bei *Ilbesheim* unfern *Landau* ganz isolirt stehende Kalkbildung des *Kalmit*, deren mineralogische Charaktere denen des Hochheimer Kalkes ganz ähnlich sind. Sie enthält in Gesellschaft von *Cerithium Rahtii* A. Br. & *Cerith. pustulatum* A. Braun die Helix-Arten:

Helix porcina A. Br.	Helix Kalmitana A. Br.
„ lapicidella A. Br.	„ nummulina A. Br.
„ deflexa A. Br.	„ stenotrypta A. Br.
„ Ramondi Brongn.	„ verticilloides A. Br.

Ferner:

Nerita concava Sow.	Ferusaccia tricarinata Max Braun.
Cyclostoma bisulcatum Zieth.	(Strophostoma tricar. M. Br.).
„ crassiusculum Raht und A. Br.	

Der kleine Kalkberg ist, wie man sieht, eine interessante Localität des mittelrheinischen Beckens. Ein *reiner* Süsswasserkalk ist er aber nicht, wie die Cerithien beweisen. Ueberhaupt scheinen im Mainzer Becken keine *reinen Süsswasserkalke* vorhanden zu sein; wie am *Kalmit*, so kommen auch bei *Landau*, *Neustadt*, *Grünstadt* Cerithien mit Land- und Süsswasser-Conchylien zusammen vor. Im Hochheimer Kalk liegen nach Raht's Beobachtungen die Landschnecken

kunde im Herzogthum Nassau II. 1845. Fossile Conchylien aus den Tertiaerschichten bei Hochheim und Wiesbaden mit Beschreibungen und Abbildungen.

*) Dr. Thomae will diese species nach den Brüdern Alexander & Max Braun benennen, desshalb schreibe ich *Brauniorum* statt *Braunii* wie er es gethan a. a. O.

nesterweise bei einander, wie zusammengeschwemmt, und erscheinen höchst selten Süsswasser-Conchylien, *Lymneus cretaceus* THOMAE & *Litorinella acuta* A. BR. Auch dieser Kalk kann nicht als reiner Süsswasserkalk angesehen werden, da in einem Handstück desselben mit *Ferusaccia tricarinata* A. BR. auch *Cerithium Meriani* A. BR. gefunden worden ist.

4) *Cerithienkalk.* FR. SANDBERGER bezeichnet mit diesem Namen die Schichten, welche unmittelbar über (3) liegen, und durch Einschluss von *Cerithium pustulatum*, *C. Rahtii* & *C. Meriani* charakterisirt sind, neben diesen aber Land- und Süsswasser-Conchylien führen. Diese Schichten sind unmittelbar über dem Hochheimer Süsswasserkalk grau, hart und mit einer unzähligen Menge von Conchylien erfüllt, so dass sie mitunter über die Steinmasse vorwalten. Sie sind in diesem Falle in Steinkerne umgewandelt. Bei der Flörsheimer Ziegelhütte sieht man die höheren Schichten bis zur Mächtigkeit von 30 Fuss entwickelt, aus einem weichen, gelblich-weissen Kalkmergel bestehend. der geringen Zusammenhalt hat, und oftmals kreideartig ist. Mit den Cerithien finden sich *Cytheraea inflata* GOLDF., *Perna maxillata* LAM., *Nerita* sp., *Mytilus socialis* A. BR. in erstaunlicher Menge, *Litorinella acuta* A. BR. und einige Helices.

Die Erstreckung dieser Lage ist auf einen kleinen Bezirk zwischen Hochheim und Flörsheim beschränkt.

Nach RAHT kann man bei den Hochheimer Schichten mehrere, durch besondere Schaalthierreste charakterisirte Abtheilungen unterscheiden:

a. Schichten mit vorherrschend vielen Landschnecken (SANDBERGER's Süsswasserkalk, 3); darin liegt auch *Lymneus cretaceus*, *Cerithium Meriani* und *Ferusaccia tricarinata.*
b. Schichten mit *Cerithien*, *Cerithium pustulatum* & *Rahtii*, *Mytilus socialis*, der mitunter in ganzen Massen auftritt, so dass kein Gestein wahrzunehmen ist, *Nerita* und *Litorinella acuta.*
c. Schichten mit *Corbula donacina*, begleitet von *Cerithien*, *Neritina marmorea* und einigen Landschnecken.
d. Schichten mit *Modiola angusta*, *Litorina moguntiaca.*
e. Schichten mit *Perna*; hier kommt zugleich die kleine Süsswasser-Muschel *Pisidium antiquum* vor.

Von einer Vergleichung dieser Hochheimer Schichten mit solchen anderer Localitäten kann jetzt noch nicht die Rede sein, da anderwärts die Schichtenfolge und die Vertheilung der Petrefakten in derselben noch nicht so genau studirt worden ist, als dies Raht bei der Hochheimer Bildung gethan hat.

Auf dem linken Rheinufer gehört wahrscheinlich die Mergelbildung von *Volxheim* unfern Kreutznach, worin streifenweise kleine *Cerithien* liegen, die von *Cytheraea Melaenii* Nyst., *Cytheraea Goldfussiana* A. Br., *Cyrena subarata* Bronn und von *Donax-* & *Natica-*Species, so wie von *Litorinella acuta* begleitet sind, in die Reihe der Hochheimer Schichten.

5) *Litorinellenkalk.* Die mächtigste und am meisten verbreitete Abtheilung des Mainzer Beckens auf beiden Rheinufern. Sie nimmt auf dem rechten Rheinufer, vielfältig von Diluvialbildungen bedeckt, den ganzen Raum zwischen *Schierstein, Castel*, *Wiesbaden*, *Kloppenheim* und *Erbenheim* ein *), tritt an einigen Punkten in der Gegend um *Frankfurt* auf, wie bei *Bergen, Kleinkarben* u. s. w., und selbst noch in der Gegend von *Marburg*, bei *Mardorf*, *Rossdorf*, *Amöneburg***).

Auf der linken Rheinseite sieht man den Litorinellen-Kalk von der Gegend von *Landau* an längs des Hardtgebirges an vielen Punkten bei *Neustadt, Dürkheim*, *Grünstadt*, *Göllheim*, *Kirchheim - Bolanden*, *Wachenheim*, und sodann über den grössten Theil von Rheinhessen verbreitet, jenseits der Pfrimm bis *Mainz* und *Ingelheim*.

Das Gestein der Schichten dieser Abtheilung ist sehr verschiedenartig, Sand, Mergel, Kalkstein von mehrfältiger Beschaffenheit. An der Hammermühle bei Wiesbaden, wo die Schichtenreihe vollständig aufgeschlossen ist, sieht man sie nach Sandberger in folgender Weise: zu unterst liegt gelblich-brauner kalkiger Sand; auf diesen folgen abwechselnde Schichten eines in dicke Platten abgetheilten Kalkes von feinem

*) Wenn man dazu auch die Tertiaerschichten der Umgegend von Wiesbaden rechnet. Vergleiche: Fr. Sandberger, über die geognost. Zusammensetzung der Umgegend von Wiesbaden in den Jahrb. des Vereins für Naturkunde in Nassau, Heft VI. 1850. S. 15 ff.

**) Dr. Genth, im Jahrb. für Min. 1848. S. 106.

Korn und sehr ebenem Bruch; hierauf Lagen eines feinen Kalksandes und eines weichen erdigen Kalkes voll Versteinerungen; den Schluss nach oben bildet ein rauher zerklüfteter Kalkstein mit Mangan-Dendriten. An anderen Stellen (Spelzmühle bei Wiesbaden) bestehen die anstehenden Schichten aus gräulich- oder gelblich-weissem Kalkstein, aus dunkelgrauem Kalk (Cronberg unfern Soden), aus lockerem Thonmergel (Bierstadt bei Wiesbaden) und bei weitem an den mehrsten Punkten auf der linken Rheinseite, in Rheinbayern und Rheinhessen, aus einem gelblich-grauen oder gelblich-weissen, häufig mergeligen Kalkstein, und nicht selten aus weichem und leicht verwitterbarem Mergel.

Den Namen hat diese Lage (5) von dem in ihr allverbreiteten und in unzählbaren Individuen vorhandenen Geschlechte *Litorinella* A. Br., dessen species *L. acuta* mitunter für sich allein mächtige und ausgedehnte Schichten zusammensetzt, gewöhnlich aber mit anderen Conchylien vermengt ausserordentlich zahlreich auftritt. Auch *Dreissenia Brardi* Bronn *) erscheint an vielen Stellen in unzähliger Menge zusammengehäuft. Von den Landschnecken sind besonders bezeichnend *Helix moguntina* Desh., welche im Litorinellen-Kalk fast allenthalben und in allen seinen Abtheilungen vorkommt, und *Clausilia bulimoides* A. Br., die grösste aller bekannten Clausilien.

Die unteren Schichten dieser Lage (5), welche auf der linken Rheinseite viel ausgedehnter entwickelt sind, in Rheinbayern und Rheinhessen eine Mächtigkeit von 200 bis 300 Fuss erreichen, enthalten viele Cerithien, namentlich *Cerithium incrustatum* Schlotheim, *C. margaritaceum* Brongn., *C. marginatum* Serr., *C. ampullosum* Brongn., *C. pustulatum* A. Br., *C. plicatum* Lmk.; ferner finden sich darin häufig *Cyrena Faujasii*, welche stellenweise für sich allein ganze Schichten zusammensetzt, und *Neritina marmorca* A. Br. Bei dieser,

*) Das von Van Beneden festgestellte Geschlecht *Dreissena* wird richtiger *Dreissenia* geschrieben (siehe: Bronn, Nomenclator S. 437). Die species *Dreissenia polymorpha* = *Mytilus polymorphus* Schröter lebt gegenwärtig in Flussmündungen und brakischen Wassern durch ganz Europa, und ist 1835 mit einem Rotterdamer Schiff bis an den Oberrhein, nämlich bis Mannheim gekommen.

so wie bei manchen Individuen der Helix-Arten, ist mitunter die ursprüngliche Färbung der Schaale noch ziemlich erhalten. In den Cyrenen-Schichten von Kirchheim-Bolanden und von Dürkheim finden sich nicht selten die versteinerten Gehäuse der Larven einer *Phryganea*-Art (Insekt. der Ordnung Neuroptera, Zunft 1, Trichoptera Kirb.). Es sind cylindrische, an einem Ende geschlossene Röhren, aus Litorinellen-Schaalen und kleinen Kalkstückchen zusammengefügt. Man hat solche auch in einzelnen Schichten an der Spelz- und Hammermühle bei Wiesbaden beobachtet. F. W. Hoeninghaus hat in dem Kalkstein von Mombach bei Mainz, der zur Bildung des Litorinellen-Kalkes gehört, Flügel einer Phryganea-Art gefunden, deren Adernverlauf mit demjenigen der gegenwärtig in der Gegend lebenden *Phryganea grandis* übereinstimmt *). Er nennt die Art *Phr. Mombachiana.*

Die Litorinellen sind in den unteren Schichten in verhältnissmässig geringer Zahl vorhanden, und hier die Species *L. inflata* vorherrschend über *L. acuta*, welche in unzähliger Menge in den oberen Schichten vorkommt. Auf der rechten Rheinseite sind die unteren Schichten in der Umgegend von *Frankfurt* und zu *Amöneburg* bei *Marburg* entwickelt.

Die mittleren und oberen Schichten bestehen vielfältig aus Zusammenhäufungen von *Litorinella acuta*, oder von *Dreissenia Brardi*, öfters von beiden, die lagenweise fast ohne Bindemittel als Schichten auftreten. Die oberen Schichten enthalten überdies noch viele Land- und Wasser-Schnecken. Ein reicher Fundort dafür ist bei der *Hammermühle* unfern Wiesbaden. Hier finden sich:

Helix amplificata A. Br.	Planorbis Corniculum Thomae.
„ Mattiaca Steininger.	„ dealbatus A. Br.
„ pulchella Müll.	„ declivis A. Br.
var. costellata A. Br.	Clausilia bulimoides A. Br.
„ sylvestrina Zieth.	Melanopsis callosa A. Br.
Lymneus acutus A. Br.	Cerithium plicatum Lmk. var.
Planorbis rotundatus Brongn.	Mytilus socialis A. Br.

Ganz verschieden von der Beschaffenheit des Gesteins der oberen Schichten im Rheinthal und wahrhaft fremdartig ist

*) F. W. Hoeninghaus theilte diese Beobachtung seinen wissenschaftlichen Freunden im August 1844 mit.

ihre Masse zu *Mardorf* bei Marburg; sie besteht hier nach Dr. GENTH *) aus *thonigem Sphärosiderit.* Darin kommen vor: *Litorinella acuta*, *Planorbis rotundatus* und eine *Lymneus* sp., ähnlich dem *L. palustris* DRAP.

6) *Oberer Braunkohlen-Letten.* Ein grünlich-grauer Letten bedeckt den Litorinellen-Kalk, und bildet die oberste jüngste Lage der Schichten des mittelrheinischen Beckens. Seine Ausdehnung ist beträchtlich. In technischer Beziehung ist dieses Thon-Gebilde das wichtigste von allen, da es die *Braunkohlen*-Ablagerungen der *Wetterau*, des *Westerwaldes* und des *Mittelrheins* umschliesst. Im südlichen Theile des Beckens ist es nur an einigen wenigen Stellen zu sehen. Es bedeckt bei Mainz, sodann im *Erbenheimer* Thälchen bei Wiesbaden unmittelbar den Litorinellen-Kalk, wechsellagert an dieser Stelle mit seinen obersten Schichten, und führt auch hier die mehrsten Versteinerungen, welche die Bildung charakterisiren. Sie sind:

Helix uniplicata A. BR.
„ pulchella MÜLL.
var. costellata A. BR.
„ subcarinata A. BR.
Carychium antiquum A. BR.
Vertigo quadriplicata A. BR.
„ palustris TURT.
Planorbis declivis A. BR.
Lymneus parvulus A. BR.
Litorinella acuta A. BR.
Pupa retusa A. BR.
„ Rahtii A. BR.
Cypris-Schaalen.

Im Gebiet der Braunkohlen-Ablagerungen tritt der Thon in mannigfaltigen Abänderungen auf, und hat als Unterlage Schichten sehr verschiedenen Alters. Schon am südlichen Abhang des Taunus, wo man ihn bei Wiesbaden als *unmittelbare Decke des Litorinellen-Kalkes sieht*, ruht er auch theilweise auf Taunusschiefer, d. i. auf dem quarzigen Chloritschiefer der Taunus-Gegend. In den Braunkohlen-Bezirken liegt er in der *Wetterau* auf Thonschiefer und damit verbundenen Gesteinen des Uebergangsgebirges; am *Westerwald* auf Basalt; im *Siebengebirge* auf Trachyt; auf der linken Rheinseite auf verschiedenen Gesteinen des Uebergangs-Gebirges. Man sieht leicht ein, wie wichtig unter solchen verschiedenartigen Verhältnissen des Vorkommens FR. SANDBERGER's Fest-

*) Jahrbuch für Min. 1848. S. 196.

stellung der Altersfolge dieses Thongebildes war, und wie damit die Bestimmung des geologischen Alters wichtiger Braunkohlen-Ablagerungen zusammenhängt, welches durch die Auffindung vieler charakteristischer organischer Reste jetzt ganz festgestellt worden ist.

Auf dem linken Rheinufer liegt in Rheinhessen nach A. v. KLIPPSTEIN's *) Beobachtungen *über* dem Litorinellen-Kalk (Oppenheim, Guntersblum, Eppelsheim) in *einzelnen* nicht zusammenhängenden Becken ein *Sandgebilde*, das einen Reichthum von merkwürdigen Resten von Landthieren und von einigen *Süsswasser-Bewohnern* einschliesst. Der *Sand* ist öfters von einem im Allgemeinen darunter liegenden, oft aber damit wechselnden *Conglomerat* begleitet, das häufig eisenschüssig, durch Eisenrost verkittet und eine Muster-Charte der verschiedenartigsten Gesteine ist, worunter Quarz, Granit, Porphyr, Sandstein vorwalten. Auch dieses Conglomerat umschliesst viele Thier-Reste. Zunächst über dem Litorinellen-Kalk liegt gewöhnlich Thonmergel oder fetter Thon als unterste Lage dieser Bildung. Mit dem knochenführenden Sand wechseln öfters Kies-Lagen; über demselben sieht man häufig weisse Sandschichten ohne alle organischen Reste, und zu oberst sandigen Thon oder Lehm.

Die interessanteste Localität im Gebiete dieser Bildung, welche wohl nur der Lage (6) des Mainzer Beckens beigezählt werden kann, ist *Eppelsheim*, deren wahrhaft ausserordentlicher Reichthum an fossilen Thier-Resten ihr eine verdiente Celebrität gegeben hat. KAUP gebührt das Verdienst, durch seine vortrefflichen Untersuchungen der hier gefundenen Thier-Reste die Wissenschaft wesentlich bereichert zu haben. Die Reste von *Anthracotherium magnum* CUV., welche hier, aber bis jetzt in keiner anderen Abtheilung der Schichten des Mainzer Beckens gefunden worden sind, wurden in neuester Zeit auch in *Braunkohlen* des *Westerwaldes* (Gusterhain) gefunden **), was unverkennbar für die Parallelesirung der beiden Gebilde spricht.

*) Dissertation géologique sur les formations fossilifères du Bassin tertiaere du Rhin moyen, in *Dessen* & KAUP's Description d'un Crane colossal de Dinotherium giganteum. Paris 1837.

**) H. v. MEYER, im Jahrb. für Min. 1850. S. 203.

Die *Braunkohlen* fehlen in dem Letten- oder Thongebilde an keinem Orte ganz, d. h. es sind darin allenthalben Spuren davon zu sehen. Am südöstlichen Abhange des Taunus hat man bauwürdige Flötze unmittelbar über Litorinellen-Kalk zu *Bommersheim* unweit *Oberursel* aufgefunden. In neuester Zeit wurde auch bei *Schwanheim* unfern *Höchst* eine bauwürdige Braunkohlen-Lagerstätte entdeckt, deren Lagerungsverhältnisse bis jetzt nicht genauer bekannt sind *). Die Braunkohlen der *Wetterau*, *Laubach* & *Salzhausen*, haben gewöhnlich eine starke Decke von Lehm oder Thon, einzelne Zwischenlagen davon, die öfters sandig und bituminös sind, und eine Unterlage von Thon. Die Kohle ist theils erdig, theils bituminöses Holz, und bildet mitunter mächtige Flötze. Eine der bedeutendsten *Wetterauer* Braunkohlen-Niederlagen, die von *Dornassenheim* unweit *Friedberg*, zeigt in ihren verschiedenen bekannten Theilen nachstehende Schichtenfolge von oben nach unten:

1) Lehm und Thon von gelber und grauer Farbe 58 Fuss.
2) Bituminöser Letten 2—10 Fuss.
3) Braunkohle 5—10 Fuss.
4) Weisser Thon 2—3 Fuss.
5) Braunkohle, theils erdig, theils bituminöses Holz 10 bis 20 Fuss. (Wird vorzugsweise abgebaut).
6) Grauer sandiger Thon 10—12 Fuss.
7) Braunkohle 1—7 Fuss.

An einzelnen Stellen umschliesst der Thon der *Wetterauer* Braunkohlen-Bildung thonigen Sphärosiderit.

Von grosser technischer und geologischer Bedeutung sind die Braunkohlen-Ablagerungen des *Westerwaldes*. Ihre Lagerungsverhältnisse sind durch Stifft **), Erbreich ***), Fr. Sandberger †) und Grandjean ††) geschildert worden. Sie sind innerhalb der Grenzen der dortigen grossartigen *Basalt-Region* verbreitet †††), und liegen theils *auf dem Plateau des Wester-*

*) Siehe: Dr. Fr. Sandberger, Uebersicht der geologischen Verhältnisse des Herzogthums Nassau. S. 51.

**) Geognostische Beschreibung des Herzogthums Nassau. Wiesbaden 1831. S. 515 ff.

***) Ueber das Braunkohlengebirge des Westerwaldes in Karsten's Archiv Bd. VIII. S. 3 ff.

†) Uebers. der geol. Verh. von Nassau. S. 52.

††) Die tertiaeren Bildungen des Westerwaldes in den Jahrb. des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau, Heft IV. und V. 1849. S. 143 ff.

†††) Siehe die Charte, welche Erbreich's vortrefflicher Schilderung beigefügt ist.

waldes, wo die Braunkohlen-Niederlage in ihrem grössten Zusammenhang auftritt, auf eine Länge von 2 Stunden von Nord nach Süd, nämlich von *Hof* bis zur Westseite von *Westerburg*, und in einer Breite von einer Stunde; theils an dem *südwestlichen*, *nordöstlichen*, *nordwestlichen* und *südlichen* Abhang des Gebirgsrückens. Am südwestlichen Abhang liegt eine nur wenig ausgedehnte Ablagerung an dem rechten Ufer der Elb. Am nordöstlichen Abhang befindet sich eine ziemlich ausgedehnte Braunkohlen-Ablagerung von $^1/_2$ Stunde Länge und fast ebenso viel Breite, die zwischen der Höhe der *Neukirch* und dem Dorfe *Liebenscheid* liegt. An der Südostseite befindet sich eine noch grössere Niederlage. Ganz isolirt, von der vorhergehenden durch einen breiten Rücken getrennt, zieht sie sich von der Höhe von *Willingen* bis *Oberdresseldorf*. Diese Partie hat ganz das Ansehen der Hauptniederlage auf dem hohen Westerwald. Weiterhin liegt die Ablagerung von *Gusterhain*, ziemlich von der Grösse derjenigen von Liebenscheid. Am südlichen Abhang des Westerwaldes liegen mehrere vereinzelte kleine Niederlagen bei *Neunkirchen*, *Langendernbach*, *Zehnhausen* und *Nentershausen* unfern Limburg. Am Nordwest-Abfall befinden sich kleine Niederlagen von wenig Belang im Hintergrund des Thals der kleinen Nister bei *Nisterberg*, *Lautzenbrück*, *Zinnhain*.

Alle Braunkohlen-Niederlagen des Westerwaldes ruhen auf *Basalt*, durch dessen Emporhebungen vielfach die Grenzen derselben bestimmt worden sind. Einzelne Rücken dieses Gesteins und einzelne seiner Kuppen bilden Scheidewände zwischen den Braunkohlen-Ablagerungen, und an den ausgedehnteren Basaltrücken und Kuppen läuft das Braunkohlen-Gebirge aus. Sein früherer Zusammenhang über die ganze Fläche, auf der wir es jetzt zerstreut sehen, ist durch die Basalt-Erhebungen getrennt worden. Die Oberfläche des Basaltes bildet eine Reihe von Mulden und Erhebungen. Die Mulden-Sohlen selbst haben sanfte Wellenformen, ihre grösste Ausdehnung rechtwinkelig gegen die Längenerstreckung des Hauptrückens; von dem höchsten Punkte (Salzburger Kopf) senken sie sich gegen Südwesten, in welcher Richtung sich auch der Gebirgskessel verflächt. Die ausgedehnteste dieser Mulden, die der Grube *Gute Hoffnung* bei *Westerburg*, hat von N.—S. eine Länge von 300 Lachter und von O.—W. eine Breite von 170 Lachter. Die Mulde der Grube *Oranien*, die tiefste bekannte, geht von der Oberfläche bis zu 26 Lachter nieder. Man nimmt es beim Aufsuchen bauwürdiger Braunkohlen-Flötze als durch Erfahrung gewonnene Regel an, dass man diese da trifft, wo Basalt-Rücken die Niederlage umgeben. Hiernach scheinen die Basalt-Erhebungen, die Rücken und Kuppen, später die Ablagerungen gegen den Angriff von Wasser-Fluthen als entgegenstehende Dämme geschützt zu haben.

Die Schichten, welche ausser den *Braunkohlen* die Niederlagen zusammensetzen, sind *Sand*, *Sandstein* und *Thon*. Von

diesen fehlt der *Thon* nie; er ist so allgemein und so constant, ja oftmals als Repräsentant der Ablagerung ganz allein vorhanden, während die übrigen Glieder fehlen, dass man ihn *Braunkohlen-Thon* nennen kann. Er ist auch das mächtigste Glied der Westerwälder Ablagerungen, hat die grösste Verbreitung, und die Grenzen seiner Ausdehnung sind auch die Grenzen der Braunkohlen-Bildung. Er bildet die *Sohle* und *Decke* der Braunkohlen-Flötze, und *wechsellagert* auch damit. Als Sohle-Schicht treten unter dem Thone an einigen Punkten Lagen von *Gerölle* und *Kies*, von *Sand*, *Sandstein* und *Breccie* auf. Letztere sieht man am „grauen Stein" bei *Weilburg* und bei *Mehrenberg*; *Kies* und *Gerölle* im Becken von *Limburg*; *Sand* bei *Kahlbach*, *Schierstein*, *Nentershausen*, *Westerburg*.

Die Beschaffenheit des Thones ist nach den einzelnen Lagen, in denen er auftritt, und nach Localitäten verschieden. Der *Thon* der *Sohle* ist der reinste, formbarste und frei von vegetabilischen Einmengungen. Er enthält nur selten Eisenkies-Nieren und nirgends Lagen von Thoneisenstein. Man sieht ihn am mächtigsten an den Abhängen des Westerwaldes in den Aemtern *Montabaur* und *Selters*, wo die höheren Schichten der Gruppe sich ausspitzen, so dass der Thon an den mehrsten Stellen von ihnen nicht bedeckt ist.

In diesen Gegenden ist eine ansehnliche Steinwaaren-Industrie auf das reichliche Vorkommen dieses Thones gegründet. Von hier stammen die Millionen Kannen und Steinkrüge, die zunächst zur Versendung der Nassauischen Mineralwasser dienen, und in allen deutschen Ländern ein gewöhnliches Hausgeräthe sind. Auch in der Gegend von *Breitscheid*, *Gusternhain* und *Driedorf* unterhält der Thon der Sohle, der indessen hier von den anderen Gliedern überlagert ist, eine umfangreiche Töpferei. Ein grosser Theil der reinsten Abänderungen desselben wird in Tuchfabriken zum Walken benutzt, für welchen Zweck eine starke Ausfuhr statt findet. Der Thon von *Winkels* wird von der Steingutfabrik zu *Weilburg* verwendet.

Auf dem hohen Westerwald ist diese untere Thon-Lage am schwächsten, wogegen sie an den Abhängen, am Fuss und in den anstossenden Niederungen, mehrere Lachter Mächtigkeit hat, und in der grössten Entwickelung erscheint. Dieses Verhalten wiederholt sich nach ERBREICH's *) Beobachtungen auch im Kleinen; selbst über unbedeutenderen Erhebungen der Basalt-Unterlage ist die Thonschicht schwächer, dagegen in den Mulden immer am stärksten. Gerade so muss es sein, wenn beim Aufsteigen des Basalt-Plateaus und seiner Rücken und Kuppen die damals schon vorhandene Thonlage sich in die Vertiefungen niedergezogen hat.

*) Am o. a. O. S. 31.

Die Thonschichten zwischen den Braunkohlen-Flötzen sind weit unreiner, mit vegetabilischen Resten vermengt, davon oftmals ganz erfüllt, wie man es nach GRANDJEAN *) in den Gruben von *Breitscheid*, *Gusterhain* u. m. a. sieht, wo zunächst unter dem bauwürdigen Braunkohlen-Flötz eine Thonschicht liegt, die ein Aggregat von Blättern, Fruchtkapseln u. s. w. darstellt, worin auch Insekten-Flügel liegen. An der Luft zerfällt aber dieses Aggregat äusserst schnell, und man erhält daraus nur schwer besser erhaltene organische Reste. Auf der Grube *„Wilhelms-Fund“* bei Westerburg sind die Blätter gut erhalten. Oefters wechseln thonige, sandige, tuffartige Lagen und taube Kohlenflötzchen mehrmals mit einander ab, und zwar in äusserst dünnen Schichten, so dass das Ganze ein bandartig-gestreiftes Ansehen hat. Dieses zeigt sich nach GRANDJEAN auf der Grube *Heistern* bei *Driedorf* in einer Länge von 200 Lachter fast in ganz gleicher Weise und mit schwach wellenförmiger Biegung der Schichten.

Der Thon, welcher die *Decke* der Gruppe ausmacht, erscheint in dem Gebirgskessel des hohen Westerwaldes, im Centrum der Basalt-Region, als ein *Basalt-Tuff* von mannigfaltigen Abänderungen, der sich als Schlamm über die tieferen Schichten scheint ergossen zu haben. Selbst bis in den mittleren Theil der Gruppe herab sieht man mehrfältig solche Tuff-Lagen im Wechsel mit Kohlenflötzen.

Die *Braunkohlen-Flötze* sind am vollkommensten in dem Gebirgskessel des hohen Westerwaldes entwickelt. Sie sind hier sowohl zahlreicher, als compacter und bituminöser, als an den Abhängen. Es werden auf dem hohen Westerwald 5 Flötze unterschieden, wovon an den Abhängen des Gebirges gewöhnlich die drei oberen fehlen. Die Bergleute fassen die drei unteren Flötze zusammen, ebenso die zwei darüber liegenden, und unterscheiden hiernach nur zwei Flötze. Die drei oberen Flötze, so wie das unterste sind die schwächsten und unbauwürdigsten. Die übrigen bauwürdigen haben selten eine Mächtigkeit, die 7 Fuss übersteigt.

Die Braunkohle besteht zum grössten Theil aus *bituminösem Holz*, von welchem nur ein kleiner Theil die Beschaffenheit der wahren Braunkohle hat. Die drei oberen Flötzchen führen eine gewöhnlich erdige unreine Braunkohle, die viel Schwefelkies enthält, der in den unteren Kohlenflötzen wenig vorkommt. Die Masse der Hauptflötze ist dicht, schwarz-braun, und besteht aus zusammengedrückten Hölzern, von welchen Aeste und dünnere Stücke häufig ganz plattgedrückt und nur selten in ihrer natürlichen runden Form vorkommen. Eine ganz ausgezeichnete Holztextur gestattet die genauere Bestimmung der Holzarten. Es sind vorwaltend dikotyledonische Laubhölzer und Coniferen, worunter auch Taxineen vorkommen.

*) Am o. a. O. S. 158.

Die Lagerungs-Verhältnisse sind nach ERBREICH's Schilderung, die sich auf sehr genaue und umfassende Untersuchungen gründet, auf dem hohen Westerwald sehr constant, und es lassen sich als durchgreifende Glieder, und demzufolge als selbstständige Lagen der Gruppe, von unten nach oben folgende unterscheiden:

1) *Braunkohlen-Thon.* Von verschiedenen grauen, gelben und röthlich-braunen Farben, zuweilen bunt gefleckt und in der Nachbarschaft der Kohlen braun. Er ist feinerdig, fettig anzufühlen, blättert sich in dünne Lagen und enthält bisweilen eine Einmengung von zersetztem Basalt. Seine Mächtigkeit ist an den Abhängen am grössten. Bei Breitscheid, wo der Thon am Uebergangskalk abstösst, hat man ihn mit 9 Lachter Tiefe noch nicht ganz durchsunken. Im Gebirgskessel des hohen Westerwaldes hingegen ist die Thonlage nur 1 bis 6 Zoll stark. Auch ist sie über allen Basalt-Rücken immer schwach, zuweilen über diesen ganz verdrückt, dagegen in der Tiefe der Mulden allezeit viel mächtiger.

2) *Das untere Braunkohlen-Flötz.* Es ist nur ½ bis 1 Fuss mächtig, und besteht aus zusammengedrücktem bituminösem Holz und verworren durch einander liegenden Bruchstücken von Baumstämmen und Aesten, mit eingemengten Resten von Schilfarten und Gräsern, auch von Samen und Fruchtkernen. Diese Kohle hat weniger Bitumen, als die höher liegenden Flötze, auch ist sie oft mit Thon vermengt und in gestörter Lage, so dass sie gewöhnlich nur theilweise gewonnen wird.

3) *Thonlage* von 3 bis 6 Zoll, die *Perlmutter* genannt. Sie greift ungeachtet ihrer geringen Mächtigkeit constant durch die Braunkohlen-Gruppe durch, und erleidet nur wenige Unterbrechungen. Sie besteht aus dem gewöhnlichen Braunkohlen-Thon, der viele Stücke bituminösen Holzes und sehr selten auch Samen-Körner einschliesst.

4) *Kohlen-Flötz*, 2 bis 6 Fuss mächtig, zu einer dichten Masse zusammengedrückt, reich an Bitumen, spaltet sich in Blätter. Ein vorzügliches Brennmaterial. In seinem unteren Theile sieht man nicht selten, zumal in der Nähe von durchsetzenden Spalten, Massen in einander geschobenen bituminösen Holzes. Die Stämme sind der Länge nach zusammengedrückt. Das sind Anzeigen von einer gewaltigen Kraft, die auf sie eingewirkt hat. Bisweilen sind diese Stämme *verkieselt*, in Holzstein umgewandelt. In diesem Flötz finden sich die meisten Samen, so wie auch Körner von Retinasphalt, der auch zwischen den Blättern des bituminösen Holzes in dünnen Lagen vorhanden ist. Sogenannte mineralisirte Holzkohle liegt ebenfalls zwischen den Blättern; Klüfte sind mit Gypskrystallen und Naphthalin ausgekleidet.

5) *Thonschicht* von 2 Zoll bis zu 1½ Fuss, der *Schram* genannt, weil in dieser Thon-Lage die Bergleute das Verschrämen des überliegenden Kohlen-Flötzes ausführen. Diese Schicht is

sehr oft wackenartiger Natur, d. h. ihre Masse hat die Beschaffenheit eines zersetzten Basaltes, und enthält eine Menge weisser Punkte, die von verwittertem Feldspath abstammen können. Auch Fasern von Pflanzen und Stücke bituminösen Holzes sind häufig darin.

6) *Kohlen-Flötz* (das der Bergmann als den oberen Theil des Flötzes 4 ansieht) 8 bis 15 Fuss mächtig. Seine Masse ist sehr dicht; Stämme und Aeste haben ihre Form verloren. Von letzteren finden sich zuweilen plattgedrückte. Die Umwandlung des Holzes *) ist bei diesem Flötz sehr weit vorgeschritten, das

*) Die *Braunkohle* ist aus *Holz* entstanden, das bei gehindertem Luftzutritt unter Gegenwart von Wasser eine Zersetzung erlitten hat. Eine Vergleichung der chemischen Zusammensetzung der Holzfaser mit derjenigen der Braunkohle gewährt Einsicht in den Vorgang der Umwandlung. Die Zusammensetzung der Holzfaser wird durch die Formel C36, H44, O22 ausgedrückt. Die Analyse der Braunkohle von *Laubach* hat die Formel C33, H42, O16 gegeben. Zieht man von der Zusammensetzung der Holzfaser die Elemente von 3 Atomen Kohlensäure und 1 Aquivalent Wasserstoff ab, so hinterbleibt die Zusammensetzung der Braunkohle.

1 Atom *Holz* = . . .	C36,	H44,	O22
minus 3 Atom Kohlensäure =	C3,		O6
und 1 Aequiv. Wasserstoff =		H2	
Braunkohle =	C33,	H42,	O16

Die Analyse einer Braunkohle von Ringkuhl bei Cassel hat gezeigt, dass ihre Zusammensetzung sich sehr nahe durch die Formel C32, H30, O9 ausdrücken lässt.

Bestandtheile des *Holzes* = ...				C36, H44, O22
Zieht man hiervon ab:				
4 Atom Kohlensäure =	C4,		O8	
5 Atom Wasser = .		H10,	O5	
4 Atom Wasserstoff =		H4		
	C4,	H14,	O13 =	C4, H14, O13
So bleibt Braunkohle von Ringkuhl =				C32, H30, O9

Die Umwandlung des Holzes in Braunkohle ist diesemnach unter Umständen vor sich gegangen, wo die Einwirkung der Luft nicht ganz gehindert war, durch welche eine gewisse Menge Wasserstoff oxydirt und abgetrennt wurde. Es trennen sich also bei der Entstehung der Braunkohle Kohlensäure und Wasserstoff ab, unter Umständen gleichzeitig damit auch eine gewisse Menge Wasser.

Siehe: J. Liebig: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur und Physiologie. Fünfte Ausgabe. 1843. S. 448 ff.

Holzgefüge stellenweise nicht mehr erkennbar, die Farbe sehr dunkel, der Bruch flachmuschelig, der Strich fettglänzend und der Uebergang in wahre Braunkohle augenfällig. Inmitten dieses Flötzes liegen Streifen von hellbraunem bituminösem Holz, das in Platten spaltet, zwischen welchen mineralisirte Holzkohle und erdiger Retinasphalt liegt.

7) *Thonlage*, das sogenannte *Mittel* (zwischen den vom Bergmann angenommenen beiden Hauptflötzen 4 u. 6 & 8 u. 10) hat auf den meisten Gruben eine Mächtigkeit von 2 Fuss, auf der Grube Oranien aber eine Stärke von 2 Lachtern und auf der Grube Luisiana von vollen 3 Lachtern. Der Thon dieser Lage ist offenbar das Product eines zersetzten Basaltes. Auf einer Grube, Zeche Nassau, liegen darin viele Stücke von demselben Basalt, der das Sohlgestein bildet. Es hat auf dem hohen Westerwalde überall die Beschaffenheit eines weichen Eisenthons, oder einer sogenannten Wacke, und umschliesst stellenweise Körner von Feldspath, Magneteisen und Augit. An Abhängen des Westerwaldes hat das *Mittel* die Beschaffenheit des gewöhnlichen Braunkohlen-Thones.

8) *Kohlen-Flötz*, 1 bis 5 Fuss mächtig, von derselben Beschaffenheit, welche das unter (6) angeführte Flötz hat. Ist ganz aus bituminösem Holz zusammengesetzt, hat wenig Bitumen und eine geringe Qualität. Die Bergleute nennen dieses Flötz den unteren Theil des sogenannten oberen Flötzes.

9) *Bituminöser Thon*, 1 bis 2 Fuss mächtig, folgt darauf, und trennt es vom

10) *Strebe-Flötz*, so genannt, weil die Bergleute bei der Gewinnung mitunter als Anbau Kohle stehen lassen. Es ist 1 bis 2 Fuss mächtig, weniger compact als die tieferen Flötze, von geringerer Güte, und stellenweise mit Thon gemengt; enthält Blätter-Abdrücke.

11) *Braunkohlen-Thon*, in Wechsellagerung mit 3 schwachen unbrauchbaren Kohlen-Flötzchen; die Thonlagen sind 1 bis 3 Fuss stark. Dieses Glied erscheint nur da, wo sich das Braunhohlen-Gebirge in seiner vollkommenen Reihenfolge erhalten hat, wie auf dem hohen Westerwalde. An den Abhängen fehlen diese Flötzchen bald theilweise, bald gänzlich. Die Braunkohle tritt in denselben als eine bituminöse, sandige, hellbraune Holzerde auf, und gibt sich am Ausgehenden durch schmale braune Lettenstreifen zu erkennen.

12) *Braunkohlen-Thon* als Decke der Ablagerung, theils in einer zusammenhängenden Lage, theils in mehreren unterscheidbaren Lagen, und immer am mächtigsten an den Grenzen der Bildung. Dieser obere Thon ist vorherrschend hellgrau, mitunter auch röthlich und bunt gefleckt, fettig anzufühlen und mit Basalt-Körnern vermengt, was die Thonlage der Sohle nicht zeigt.

Diese von ERBREICH angegebene Reihenfolge und Beschaffenheit der Schichten ist die gleiche constant durch die ganze Braunkohlen-Gruppe mit wenigen Unterbrechungen. Ihre Decke aber zeigt nach den Localitäten grosse Verschiedenheiten. Statt des Thones treten *Basalt-Conglomerate* und *basaltische Tuffe* auf. Wo diese entwickelt sind, da findet man von oben herab zunächst in der Ackererde eine mächtige Lage von Basalt-Blöcken oder von einer röthlichen und gelblichen basaltischen Grusmasse, und darunter folgen horizontale Bänke von Basalt-Conglomerat, von welchen die oberen gewöhnlich feinkörnig, tuffartig sind. Auf der Grube Nassau beträgt die Mächtigkeit der Conglomerat-Decke 1 ½ Lachter. Die feinkörnigen Bänke sind mitunter sehr fest, und umschliessen Feldspath, Hornblende, Augit, selten Glimmertheilchen. Sie blättern sich bisweilen in dünne Lagen. Von solcher Beschaffenheit ist das feinkörnige Conglomerat, das in der Gegend von Westerburg eine Stärke von 11 bis 30 Fuss hat.

Die grobkörnigen Conglomerate enthalten Bruchstücke von Basalt in den mannigfaltigsten, theils kantigen, theils abgerundeten Formen und Verwitterungs-Stadien. Als Beimengungen findet man Chabasie, Arragon, Kalkspath, Speckstein; erstere oft krystallisirt in den Höhlungen zwischen den Basalt-Stücken. Auch Hornblende, Augit, Magneteisen, Glimmer liegen in dem Bindemittel, seltener Körner oder grössere Nester von Olivin. Unweit *Caden* unfern Westerburg liegen Krystalle von Augit und Hornblende in solcher Menge und ungewöhnlicher Grösse in dem Bindemittel, dass sie einen grossen Theil der verkitteten Stücke ausmachen. Die meisten Krystalle sind aber zerbrochene Bruchstücke, und scheinen von einem benachbarten zersetzten Basalt abzustammen, der ganz die gleichen einschliesst. Dieses Conglomerat hat eine Mächtigkeit von 8 bis 12 Lachter.

Welche mannigfaltige Störungen das Auftreten des Basaltes in der Braunkohlen-Gruppe bewirkt hat, ist von STIFFT *), und insbesondere von ERBREICH **) geschildert worden. Der Basalt hat mehrfältig die Flötze *durchbrochen*, und sich *über* dieselben gelegt; so sieht man es auf der Zeche Alexandria, und so ist es sicherlich auch an solchen Stellen, wo man beim Abteufen von Schächten geschlossene Lagen von dichtem Basalt *über* den Kohlen-Flötzen durchsunken hat. Mitunter sind Basalt-Rücken in die Schichtenreihe eingedrungen, ohne sie ganz zu durchbrechen, haben sich verästelt und fast horizontal zwischen und in die einzelnen Lager hineingeschoben. Wo Basalt-Rücken, Hörner, Kuppen die Schichtenreihe durchbrochen haben, da sieht man die Schichten an denselben aufwärts gebogen. Wo sie keinen Durchbruch, son-

*) Geognostische Beschreibung von Nassau. S. 519 ff.

**) KARSTEN's Archiv. VIII. S. 45 ff.

dern nur eine Hebung bewirkt haben, da nimmt über der Höhe des Rückens, zumal über steileren Rücken, die Mächtigkeit der Schichten ab, da sind die Flötze am schwächsten, dieselben mitunter geborsten, gespalten, mit stets nach oben zunehmender Weite der Spalte. Am Fuss des Rückens sind dagegen die Flötze mächtiger, als gewöhnlich, alle Schichten angeschwollen, was andeutet, dass sie sich an der Aussenfläche desselben niedergezogen und zusammengesackt haben.

Gewöhnlich haben die Kohlenflötze in der Nähe der Rücken einen geringeren Bitumengehalt, die Kohle besitzt weniger Brennkraft und zeigt in der Regel die Beschaffenheit eines lichter gefärbten bituminösen Holzes. Es löst sich in grossen Schalen ab, oder in Platten mit ausgezeichneter Holztextur. Auch sind die Massen des bituminösen Holzes in der Nähe der Basaltrücken meist sehr zusammengestaucht und verworren durch einander geschoben, eine Beschaffenheit des Flötzes, die der Bergmann *Wirschel* nennt. Alle diese Veränderungen des Flötzes sind in der Nähe eines Basaltrückens so gewöhnlich, dass der Bergmann aus ihrem Auftreten die Annäherung zu einem solchen erkennt.

An einigen Flötz-Theilen, die sanftere Basalt-Erhebungen umgeben, sieht man die Kohlenmasse ungewöhnlich stark und zu einer sehr festen Masse zusammengedrückt, die sowohl die Holzform als die Holztextur in den unteren Theilen, welche der Basalt-Sohle am nächsten liegen, ganz und gar verloren hat. Statt des bituminösen Holzes sieht man an solchen Stellen eine dichte wahre Braunkohle von grossmuscheligem Bruch, ohne Andeutung von Schiefer-Gefüge. Auf der Grube Seegen Gottes hat das Flötz in der Nähe des Basalt-Rückens viele Klüfte, deren Wandungen mit Eisenoxyd bekleidet sind.

Auf der Grube Nassau fand man an den Stellen, wo offene Spalten bis auf die Basalt-Sohle niedergingen, das bituminöse Holz auf eine eigenthümliche Weise verändert. Seine Blätter-Lagen waren unmittelbar über dem Basalt auf 2—4 Zoll aufgebläht und durch ein kleinzelliges Gewebe von einander gesondert; der Bruch zeigte sich kleinmuschelig, und stellenweise hatte die Masse Metallglanz und ein Gefüge, wie verkohltes bituminöses Holz. Nach oben hin war die Veränderung unmerklicher, und ein Fuss über dem Basalt sah man keine Spur mehr davon.

Eine ähnliche Umwandlung wurde auf der seit längerer Zeit verlassenen Zeche Concordia beobachtet. Hier waren viele Basalt-Rücken in dem Grubenfelde, wovon der erste, mit dem Stollen aus Nord in Süd angefahren, aus dem Grauwacken-Gebirge aufgestiegen war, an dessen aufgelöster Beschaffenheit und ausgebleichter Farbe der Einfluss des Basaltes zu erkennen war. Das etwa 5 Fuss mächtige Braunkohlen-Flötz verschmälerte sich über dem Basalt-Rücken bis zu $1\frac{1}{2}$ Fuss Stärke, und der dem Basalt zunächst gelegene Flötz-Theil war auf einer Stelle in dieser Grube

gerade über dem Rücken auf 1 Fuss Höhe ganz vercoakt. Es konnte diese veränderte Kohle zu einem hohen Preise an die Schmiede der Umgegend verkauft werden. Ueber allen Basalt-Rücken dieser Grube war die Braunkohle auf ähnliche Weise umgewandelt, und entfernter davon hatte das Flötz seine gewöhnliche Beschaffenheit.

Wo der Basalt in die Flötze eingedrungen ist oder sie durchbrochen hat, sind sie, so wie die Zwischenlager von Thon, verworren in einander gestaucht. Von dem Flötze wurden diagonal mit der Ablagerungsfläche einzelne Streifen abgestossen, mit auf beiden Seiten gestreiften Spiegelflächen, die schuppenartig auf einander lagen. Die Anzahl der über einander liegenden spiegelflächigen Schuppen mag dadurch entstanden sein, dass das Aufsteigen des Basaltes nicht mit einem Mal, sondern mit öfteren Unterbrechungen successiv geschah, wobei eine wiederholte Einwirkung erfolgte, und diese in verschiedenen Richtungen geschehen konnte. Auf letzteres deuten die in verschiedenen Richtungen laufenden Streifen der Spiegel. Diese Erscheinungen erinnern an die Spiegel der Gänge (S. 245). Die schuppenartigen Spiegelstücke können von den diagonal mit der Lagerfläche unter heftigen Erschütterungen absatzweise aufsteigenden Basalt-Rücken abgestossen worden sein. Dass die Einwirkung des Basaltes nicht eine einmalige, sondern eine wiederholte war, beweisen Veränderungen des bituminösen Holzes, die theils einen weichen verschiebbaren Zustand seiner Theile voraussetzen, wie Stauchungen, Verwirrungen der Faserlage; theils nur bei compacter, fester Beschaffenheit statt finden konnten, wie Zerbrechungen, die man einmal auf der Grube Oranien in einer Weise antraf, dass man frisch zerbrochene, zersplitterte Stücke zu sehen vermeinte.

So weit der Druck der aufsteigenden Basaltmasse in die Flötzreihe hinauf gewirkt hat, greift die tiefer gelegene Flötzlage in die zunächst höhere ein. Die schuppenartigen Spiegelstücke ziehen sich an der Aussenseite der Rücken in die Höhe.

Auch der Basalt, und selbst der festeste und härteste, zeigt Spiegelflächen. Wenn man bedenkt, dass der Druck gegen eine wenig feste verschiebbare Flötzmasse und das Reiben an derselben bei dem festen Basalt keine Spiegelflächen hervorbringen konnte, so muss man sich wohl der Ansicht hingeben, dass er im weichen Zustand dieselben erhalten und seine jetzige Härte erst nachher angenommen hat.

Auch die Thonlagen sind in der Nähe der Basalt-Rücken mitunter eigenthümlich verändert. Ein auffallendes Beispiel davon wurde beim Betreiben eines Versuchstellens zum Auffinden von Braunkohlen am Rabenscheider Holze beobachtet. Man fand ein Flötzchen zwischen Thonlagen, aber vielfach gestört durch unterliegende Basalt-Rücken, wenig mächtig, und daher unbauwürdig. Der unter ihm liegende bis $^1/_2$ Lachter mächtige Thon zeigte

sich wackeartig, durchmengt mit Pflanzenfasern und mit Stücken von bituminösem Holz. Wo Rücken des Basaltes sich in seine Lage eindrängen, da zeigt er sich sogleich härter, hat eine dunkle Farbe und ist unmittelbar über dem Rücken in eine feste schwarze Masse umgewandelt, die grossmuscheligen Bruch besitzt und schimmernde Blättchen einschliesst. Wären nicht die Pflanzenreste darin noch erkenntlich, so könnte man, namentlich in der Grube, diesen gebrannten Thon für ein dem Basalt ähnliches Gestein halten *).

Die Braunkohlen-Niederlage am *Mittelrhein* erstreckt sich aus der Gegend von *Aachen* bis an den *Rhein* und tritt auch noch jenseits desselben auf. Sie ist einem grossen Busen des älteren Gebirges eingelagert, welcher sich zwischen Eschweiler & Bensberg ausdehnt und in südöstlicher Richtung bis zum Sieben-Gebirge erstreckt. Davon nimmt das *Rhein-* und *Erfthal* einen grossen Theil ein, so dass die Ablagerung nur auf einem schmalen Plateau zwischen diesen Thälern abgesetzt ist, zumal zwischen *Cöln* & *Bonn*, wo die Braunkohlen bis über 100 Fuss Mächtigkeit erreichen, und zwar ohne alle Unterbrechung durch fremdartige Zwischenlager. Auf der rechten Rheinseite zieht sich die Ablagerung von *Bensberg* südlich in vereinzelten Theilen am Rande des Grauwacken-Gebirges hin bis zum *Siebengebirge*, an dessen nördlichem Abhang sie in grösserem Zusammenhang auftritt und mit basaltischen Massen und Trachytconglomeraten in Berührung steht. Diese Verhältnisse erinnern an diejenigen des Westerwaldes; auch am Mittelrhein haben Basalte auf die Lagerungsverhältnisse der Braunkohlen eingewirkt (Uttweiler am Pleissbach). Lagen von Trachytconglomerat wechseln mit Schichten ihrer Bildung. An mehreren Stellen sind Hölzer der Braunkohlen-Ablagerung (*Pinites Protolarix* Göpp.) in *basaltischen* und *trachytischen* Tuffbildungen in *verkieseltem* Zustande gefunden worden (Hoher *Seelbachkopf* bei Siegen, *Wolsberg* bei Siegburg, zwei Meilen nordöstlich von Bonn), in welchen sie auch in den Braunkohlen-Lagerstätten selbst bisweilen vorkommen. Die drei Berge der *Siegburg* — der *Siegburger Berg*, der *Wolsberg* und der *Grimperichtsberg* — stehen mit Braunkohlen-Ablagerungen in Berührung, haben augenfällig das vor ihrer Erhebung schon vorhandene Braunkohlen-Gebirge durchbrochen, dabei zum grossen Theil zerstört und Theile desselben in sich aufgenommen. Von diesen konnten sich die verkieselten Hölzer am besten erhalten, so wie Thon-Massen, die man auch im Wolsberger-Basalt-Conglomerat sieht. Am *Seelbachkopf* bei Siegen enthält selbst auch der feste Basalt Spuren verkieselten Braunkohlen-Holzes. Es er-

*) Vergleiche: Erbreich's Abhandlung.

scheint somit wahrscheinlich, dass auch hier ein Braunkohlen-Lager durchbrochen und zerstört worden ist *).

Die Unterlage der rheinischen Braunkohlen-Bildung ist ebenfalls ein *Thon* von zäher Beschaffenheit, welcher, wie am Westerwalde, vielfach über die Grenzen der Braunkohlen-Ablagerung hinaus als das verbreitetste Glied derselben auftritt und mehrfältig Nieren von Sphärosiderit umschliesst. Er dient zur Anfertigung von Steinwaaren, ist öfters mit Schwefelkies und Braunkohlen-Theilen vermengt und wird alsdann von Alaun-Fabriken als Alaun-Thon benutzt.

Die Braunkohle ist vorherrschend bituminöses Holz, oft auch erdig, und tritt mehrfach als ausgezeichnete *Blätterkohle* oder sogenannte *Papierkohle* auf, die in den nördlichen Braunkohlen-Lagern nicht gefunden werden, wo die dicotyledonischen Laub-Hölzer theils ganz fehlen, theils nur sehr sparsam angetroffen werden, während die Coniferen-Hölzer die ganze Kohlen-Masse ausmachen **). Die erdige Braunkohle bildet häufig die obere, das bituminöse Holz die untere Lage. In einigen Gegenden sind die bituminösen Hölzer theils ganz durch *Schwefelkies* vererzt, theils liegt dieser in zahllosen kleinen Kugeln im Innern des biegsamen Holzes (Pützgen gegenüber Bonn, Rott & Geistingen am Siebengebirge), und diese Vorkommnisse sind ein sehr brauchbares Material für die *Eisenvitriol-* und *Alaun-Bereitung*, zu welchen sie von mehreren Werken benutzt werden. Wenn wir auch einsehen, wie der *Schwefelkies* in der Braunkohle entstehen kann, indem ein vorhandener Gyps-Gehalt den Schwefel dazu liefert, der durch die kohlenstoffreiche Braunkohle aus der Schwefelsäure, unter gleichzeitiger Bildung von Kohlensäure, reducirt wird und mit den Eisentheilen der Kohlen zusammentritt; so können wir doch weder den dazu erforderlichen Gyps-Gehalt, noch die dazu nöthige Menge von Eisen für etwas anderes, als für eine fremdartige, in starkem Verhältniss erfolgte Einmengung halten. Hinsichtlich des Eisen-Gehaltes geben die vielfältig in den Thonen der rheinischen Braunkohlen-Ablagerung vorkommenden *Sphärosiderite* einen Fingerzeig.

Der *Schwefelkies* zersetzt sich unter Einfluss der Luft leicht, nicht unwahrscheinlich unter Mitwirkung der in ihm in Staubform vorhandenen Kohlen-Theilchen, und geht in *Eisen-Vitriol* über. Dieser ist in mehreren rheinischen Braunkohlen-Lagern in grosser

*) Göppert: Ueber die im Basalt-Tuff des hohen Seelbachkopfes bei Siegen entdeckten, bituminösen versteinerten Hölzer. Noeggerath: Das Vorkommen des Basaltes mit verkieseltem und bituminösem Holze am hohen Seelbachskopf bei Siegen. Karst. Arch. XIV. S. 182—229.

**) Göppert: Ueber die Flora der Braunkohlen-Formation überhaupt und die der Rheinlande, insbesondere Karst. Arch. XXIII. 2.

Menge vorhanden, und wohl die Ursache des eigenthümlichen Geruches, den die geförderten Kohlen ausgeben, und ihres Schwarzwerdens an der Luft, in so fern Schwefelsäure dasselbe bewirken kann. Man sieht leicht ein, dass in Flötzen, die ihrer ursprünglichen, die Luft abhaltenden dichten Decke beraubt worden sind, der Schwefelkies vitriolesciren und durch die eindringenden atmosphärischen Wasser nach und nach in tiefere Schichten niedergeführt werden kann. Befindet sich eine Thonlage unter einem solchen vitriolreichen Flötz, so wird diese von dem Eisensalz allmählig durchtränkt und in *Alaun-Thon* umgewandelt. Hievon bietet die Braunkohlen-Ablagerung zu *Friesdorf* *) bei Bonn ein Beispiel. Sie liegt in einem Grauwacke-Becken und zeigt von oben nach unten folgende Schichten-Reihe:

1) Gerölle, 12 bis 20 Fuss.
2) Erdige Braunkohle, einige Fusse.
3) *Alaun-Thon*, 6 bis 10 Fuss.
4) Bituminöses Holz, 5 bis 14 Fuss.
5) Thon, nicht brauchbar zur Alaun-Fabrikation, mit einer Bohr-Arbeit bis auf 80 Fuss durchsunken, ohne das unterliegende Gebirge zu erreichen.

Ein Theil der Braunkohle der Lagerstätte bei *Pützchen* auf der *Hardt*, unfern *Bonn*, gewöhnliches bituminöses Holz, verwandelt sich beim *Austrocknen* in die allerschönste *Pechkohle* von vollkommen muscheligem Bruche und dem ganz charakteristischen Fettglanze. Diese interessante Umwandlung geht nach G. Bischof's Versuchen **) schon durch blosses Austrocknen ohne eine weitere chemische Veränderung vor sich. Bei einigen dieser Braunkohlen ist jedoch die Austrocknung mit einer gleichzeitigen Sauerstoff-Absorption verbunden, und bei diesen ist die Umwandlung wohl von beiden Wirkungen abhängig. Wärme, welche die Austrocknung befördert, begünstiget auch diese auffallende Veränderung. Das Thonlager, das in der Grube die Flötze bedeckt, von der Luft abschliesst, verhindert auch die Umwandlung der Kohlen, so lange sie auf gleiche Weise eingeschlossen sind. Sie tritt ein, so bald sie zu Tage gebracht sind. Diese Beobachtungen machen es wahrscheinlich, dass die *Pechkohlen* nur auf solchen Braunkohlen-Flötzen vorkommen, deren Massen bis dahin umgewandelt, sich unter Umständen befunden haben, welche ihre Austrocknung möglich machten. Da wir öfters Pechkohlen auf Braunkohlen-Flötzen finden, die durch Basalt-Einwirkung verändert, zerspalten, zerklüftet worden sind; so kann dadurch wohl auch

*) Der in derselben vorhandene Alaun-Thon unterhält den Betrieb einer Alaun-Fabrik.

**) Jahrbuch für Mineralogie 1848. S. 604.

die Austrocknung begünstiget worden sein, theils durch den Zutritt der Luft, theils durch die bis zum Flötz gedrungene Wärme des Basaltes.

Die Absorption des Sauerstoffs ist bei einigen Braunkohlen beträchtlich, und beträgt etwas mehr als die Hälfte des Quantums, das in der Luftmenge vorhanden ist, in der sie von Bischof 8 Tage in einer verkorkten Flasche hatte liegen lassen. Dabei wird aber keine Kohlensäure gebildet, und der absorbirte Sauerstoff bewirkt somit eine Wasserstoff-Abscheidung (s. oben S. 1102 Note). Es ist bekannt, dass in Braunkohlen-Gruben die sogenannten Stickwetter sehr lästig fallen. Ihre Entstehung wird durch die beobachtete Sauerstoff-Verschluckung der Kohlen erklärt. Eine grössere Masse solcher Braunkohlen kann lange Zeit fort der Luft Sauerstoff entziehen, was sehr fühlbar werden muss, wenn ein guter Wetterzug fehlt, durch den allein die Luft-Erneuerung bewirkt wird. Die Versuche haben gezeigt, wie die Hälfte des Sauerstoffs der Grubenluft absorbirt werden kann, wobei sie natürlich ganz unathembar wird.

Die Hölzer, aus denen die mittelrheinischen Braunkohlen entstanden sind, gehören zum grössten Theil *dicotyledonischen Laubhölzern* an, deren grosse breite Blätter das Material der *Blätterkohle* geliefert haben, in welcher schön erhalten im *Siebengebirge* und zu *Lyssem* die Skelette zweier Arten eines Süsswasser-Fischgeschlechtes vorkommen, von *Leuciscus papyraceus* Ag. & *Leuciscus macrurus* Ag. Diese Blätterkohle enthält auch zahllose Kieselschalen der *Diatomeen*, die Ehrenberg noch zu den Thieren rechnet, und auch in dem *Dysodil*, einer zarten Blätterkohle von Rott und von Geistingen, gefunden hat. Das Vorkommen von weisslich-gelben Flecken, welche Göppert *) als Pollenkörnchen von Abietinen erkannt hat, deutet die Anwesenheit von Nadelhölzern an. Von diesen zeigen sich insbesondere *Pinites Protolarix* Göp. & *Taxites Aykii* Göp. Auf der Hardt herrscht das Holz einer *Cupressinee* vor, die Göppert wegen ihrer ungewöhnlich starken Entwickelung des dickwandigen Theiles des Jahresringes *Cupressinoxylon pachyderma* nannte. Zwei weitere Arten von diesem Geschlecht bemerkte Göppert im *Brühler* Braunkohlen-Revier, wovon die eine unendlich viele Kugeln und Knollen von Schwefelkies enthält, wesshalb sie Göppert *Cupressinoxylon granulosum* nennt. Auch *Palmen-Holz* findet sich in mehreren Ablagerungen auf der linken Rheinseite. Die Laubhölzer sind fast durchaus so sehr verändert, dass ihre organische Structur nicht mehr zu erkennen ist. Dies kann nicht befremden, da man weiss, dass die harzreichen Coniferen in einem feuchten oder nassen Medium sich viel länger erhalten, und wir sie ihrer län-

*) A. o. a. O. S. 465.

geren Dauer wegen gerade unter solchen Verhältnissen den Laubhölzern vorziehen.

Aufrecht stehende Stämme sind selten. Die Mächtigkeit der Kohlen beträgt mehrfältig 30 bis 60 Fuss, wobei die oberen Theile der Lager häufig eine erdige Beschaffenheit haben, worauf eine mehr oder minder dichte, oft in schalige Stücke zerspringende Kohle folgt, die aber immer nur einige Procent Stück-Kohle liefert, und grösstentheils erst in Stücke geformt werden muss. Das bituminöse Holz enthält an vielen Stellen (Friesdorf bei Bonn, auf der Hardt, Walberberg bei Brühl) dünne Lagen von sogenannter mineralisirter Holzkohle, und ist dabei häufig von Schwefelkies oder Gyps durchdrungen; späthiger Gyps umgibt zuweilen ganz die völlig verkohlten Holz-Partien *). Göppert schreibt die Bildung dieser Kohle der Einwirkung der Schwefelsäure zu **), die bei der Vitriolisirung des Schwefelkieses entsteht.

Die *Decke* der mittelrheinischen Braunkohlen-Ablagerungen besteht an manchen Orten aus *Sand* und *Gerölle* (Friesdorf bei Bonn), aus *Thonlagen* (Hardt und linke Rheinseite vielfältig), aus *Sandstein* (Siebengebirge). Der Sandstein enthält mitunter Abdrücke von Laubholz-Blättern (Königswinter, Altenroth), und ist mitunter breccienartig (kleine Rosenau). Er wird am Fusse des Drachenfels, bei Königswinter, von Trachyt-Conglomerat bedeckt.

Zur mittelrheinischen Braunkohlen-Bildung gehört auch der *Süsswasser-Quarz* von *Muffendorf* unfern *Bonn* ***), theils von opalartiger, theils von hornsteinartiger Beschaffenheit, worin Fr. Rolle †) Lymneen, Litorinellen, Planorben gefunden hat. Die *Lymneus*-Art ist *Lymneus subpalustris* Thomae des Wiesbadner Litorinellen-Kalkes; der Planorbe ist *Planorbis declivis* A. Braun und Raht; die Litorinelle ist *Litorinella acuta*. Nicht selten liegen darin auch Pflanzenreste, Stengel von monocotyledonischen Sumpf-Gewächsen (*Culmites* A. Brongn.), Reste von *Equiseten*, *erbsenartige Früchte*. Die kleine, locale *Muffendorfer* Ablagerung trägt demzufolge alle Charaktere einer Sumpf-Bildung.

Hierher ist auch die Sandstein-Bildung von *Münzenberg* unfern Giessen zu rechnen, die durch Basalt verändert ist, Braunkohlen-Pflanzen und die *Cyrena Faujasii* des Mainzer Beckens einschliesst.

*) Noeggerath: Karst. Arch. XVIII. S. 531.

**) Ebendaselbst S. 529.

***) J. G. Zehler: Das Siebengebirge und seine Umgebungen. Crefeld 1837.

†) Ueber das Süsswasser-Quarzgestein von Muffendorf bei Bonn, Jahrb. für Min. 1850. S. 788 ff.

Die fossile Fauna des Mainzer Beckens.

Wirbellose Thiere,

nach A. Braun *).

Phytozoen (*Pflanzenthiere*).

I. *Polythalamien* (Foraminiferen).

Sämmtliche Arten kommen im Sand zu Weinsheim bei Alzei vor, aber nur spärlich.

1) *Biloculina bulloides* D'Orb.
2) *Triloculina trigonula* D'Orb.
3) „ *subangularis* v. Münst.
4) „ *varians* v. Münst.
5) „ *propinqua* v. Münst.
6) *Quinqueloculina gracilis* v. Münst.
7) „ *angulata* v. Münst.
8) „ *falcata* v. Münst.
9) „ *speciosa* v. Münst.
10) „ *elongata* v. Münst.
11) *Spiroloculina depressa* Blainv.
12) „ *orbicularis* A. Braun.
13) *Marginulina*? (Von Genth im unteren Sand und auch in der 2ten Lage, unterer Braunkohlenletten, gefunden, Jahrb. für Min. 1848, S. 193 u. 194; er führt ausserdem noch *Nummulina* an, über deren richtige Bestimmung indessen noch Zweifel besteht).

II. *Anthozoen* (Corallen).

14) *Caryophyllia*; bald sehr kurz und einfach, bald länger und ästig, öfters auf Austern aufsitzend. Im Sand bei der Wirthsmühle bei Weinsheim unfern Alzei, im Hohlweg daselbst, im Sand von Flonheim & Eckelsheim.
15) *Ceriopora*? unbestimmte kleine Corallen im Sand bei Weinsheim. Genth führt auch noch *Discopora* auf. Jahrb. für Min. 1848. S. 192.

*) Mein verehrter Freund A. Braun hat mir diese Darstellung, das Resultat vieljähriger Arbeiten, zur Veröffentlichung mitgetheilt. Die Species sind in fortlaufender Zahlenreihe aufgeführt, was zur Vergleichung des Verzeichnisses und zur Uebersichtlichkeit dient.

16) *Dactylopora minuta* A. Braun. Im grauen Mergel (Lage 2) von Hackenheim, meist in Cerithium margaritaceum steckend. Eine sehr kleine, stabförmige, etwas zusammengedrückte Coralle. In dieser Lage 2 soll nach Genth (Jahrb. für Min. 1848, S. 194) noch eine zweite Coralle vorkommen.

III. *Bryozoen* (Moosthiere).

17—19) *Cellepora*, drei verschiedene Arten, krustenartig auf Muscheln, auf Ostrea Collinii im Sand von Weinsheim, auf Ostrea cymbula und auf Cerithium plicatum, auf dem *Zeilstück* bei Weinsheim. (Uebergangs-Bildung zwischen Lage 1 und 2, siehe oben S. 1088); auf Cytheraea manca, im Kalk von Hochheim, (Lage 3).

20—21) *Flustra*, zwei Arten im Sand bei Eckelsheim (Lage 1) auf Ostrea Collinii.

IV. *Echinodermen* (Stachelhäuter).

22—23) *Seeigelstacheln.* Fragmente zweifelhafter Arten. Sand bei Weinsheim; sehr selten.

Malacozoen (*Weichthiere*).

I. *Brachiopoden* (Rückenschalige Muscheln).

24) *Terebratula.* Es wurde bis jetzt bloss eine einzige Rückenschale einer ungerippten Art gefunden; im Sand bei Weinsheim.

II. *Acephalen* oder *Pelecypoden* (Seitenschalige Muscheln).

A. *Dimya* (Zweimuskelige).

25) *Teredo.* Fossiles Holz durchbohrend mit langen Röhren. Sand bei Weinsheim.

26—29) *Saxicava*; wahrscheinlich 4 verschiedene Arten; in Muscheln, seltener in Kalkstein eingebohrt. Finden sich an folgenden Localitäten: Sand bei Weinsheim, in Pectunculus crassus, in Ostrea Collinii, sehr klein, und in Perna Soldani etwas grösser; Mergel am Petersberg (Lage 2) grösser als bei Weinsheim; Eckelsheim, Flonheim in Ost. Coll.; Eschbach bei Landau, in derselben Muschel, gross; Oppenheim (Lage 5) im Kalk.

30) *Solecurtus appendiculatus* Desmoul. (Solen app. Lmk.). In einer breiteren und in einer schmäleren Varietät im Sand bei Weinsheim, sehr selten; am Sommerberg (Lage 2) dieselbe Art? noch seltener.

31) *Panopaea intermedia* Sow.? Kleiner als die von Goldfuss unter diesem Namen abgebildete. Sand bei Weinsheim; auch im blauen Letten (2) bei Hochheim nach Sandberger.

32) *Thracia phaseolina* Kiener. Sand bei Weinsheim, zwei Formen, vielleicht Arten?

33) *Mya pusilla* A. Braun; die grössten Exemplare nur ½″ lang. Im blauen Letten (2) bei Hochheim mit Cerithium margaritaceum; sehr selten auf dem Sommerberg bei Weinsheim (2).

34) *Corbulomya polita* A. Braun, sehr nahe verwandt mit C. complanata Nyst, in einer längeren und kürzeren Varietät, im Letten (2) bei Hochheim, am Sommerberg bei Weinsheim, auch bei Gumbsheim und Hackenheim; eine kleinere Form derselben Art auf dem Zeilstück bei Weinhseim.

35) *Corbulomya triangula* Desh. Auf dem Zeilstück.

36) *Corbula donacina* A. Braun. Hochheim, in dadurch besonders charakterisirten Kalkschichten (c. S. 1091) mit Cerithien.

37) *Corbula Pisum* Sow. Sand bei Weinsheim; häufig. Nach Merian auch in der Molasse von Stetten bei Lörrach (siehe oben S. 949).

38) *Corbula*, ähnlich der C. striata Lmk., aber kleiner und stärker geschnäbelt. Sand bei Weinsheim; sehr selten.

39) *Corbula scalaris* A. Braun. Sehr kleine (1½‴ lange) geschnäbelte, treppenartig gerippte Art; verwandt mit Corbula cuspidata Brongn. Phil.: Sand bei Weinsheim; sehr selten.

40) *Tellina donacina* L.? Sand bei Weinsheim.

41) *Tellina*, grössere und breitere Art. Zeilstück bei Weinsheim; sehr selten.

42) *Tellina*, sehr kleine Art; daselbst.

43) *Bornia*? Das kleinste Müschelchen des Mainzer Beckens; meist in der Mündung von Cerithium margaritaceum. Hackenheim und Sommerberg bei Alzei.

44) *Lucina commutata* Phil. (Luc. divaricata, var. Nyst). Sand bei Weinsheim.

45) *Lucina conferta* A. Braun. Wahrscheinlich eine enger gestreifte Varietät der vorigen, mit der sie vorkommt.

46) *Lucina Bronni* Merian (Luc. squamosa Lmk., siehe: Bronn, Nomenclator p. 671). Im Sand bei Weinsheim häufig, nebst einer grösseren der Luc. pecten Lmk. ähnlichen Varietät.

47) *Lucina uncinata* Desh. (Luc. (eleganti similis) Bronn, im Jahrb. 1837, S. 163). Dünnschaliger und etwas länger als die des Pariser Grobkalks. Sand bei Weinsheim & Eckelsheim.

48) *Lucina saxorum* Lmk.? mit fast unausgebildeten Schlosszähnen. Sand bei Weinsheim; sehr selten. (Luc. Brauni Genth, im Londoner Thon bei Wächtersbach. Vergl. Nucula Deshayesiana).

49) *Diplodonta fragilis* A. Braun. (Ob-, Dipl. rotundata Phil.?). Sand bei Weinsheim; häufig.

50) *Astarte plicata* Merian. Sehr zierliche, nur 3—4''' lange Art mit abstehenden Rippen. Sand bei Weinsheim.

51) *Astarte* sp., etwas grösser, dickschaliger und enger berippt als die vorige. Ebendaselbst sehr selten.

52) *Crassatella Bronni* Merian. Nyst, Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique T. 14. (Ist in Bronn's Nomenclator noch nicht aufgeführt). Sand bei Weinsheim.

53) *Cytheraea minima* A. Braun, eine nur 2—3''' lange, der C. deltoidea Lmk. verwandte Art. Im Sand bei Weinsheim.

54) *Cytheraea nitidula* Lmk. Ist A. Braun nur aus schriftlicher Mittheilung des Dr. Genth bekannt.

55) *Cytheraea Goldfussiana* A. Braun (C. sulcataria Goldf.!) von Cyth. sulcataria Desh. etwas abweichend. In den Mergeln von Volxheim, Hackenheim, Gumbsheim, Gauböckelsheim (3) und am Petersberg (2) bei Alzei. Eine grössere Varietät sehr selten im Sand bei Weinsheim.

56) *Cytheraea splendida* Merian, eine der häufigsten Arten des Weinsheimer Sandes nebst einer selteneren Var. major und Var. brevis.

57) *Cytheraea incrassata* Sow. Diese Art geht in Varietäten, die unter sich sehr verschieden, aber durch Uebergangsformen verbunden sind, durch fast alle Schichten des Mainzer Beckens hindurch.

α. Cyth. Maelenii Nyst, Cyth. Braunii Agassiz. Die gewöhnliche Form in den Mergeln von Hackenheim, Gumbsheim, Volxheim begleitet von Cerithium margaritaceum; auch am Petersberg, auf dem Sommerberg und obwohl nur selten am Zeilstück.

β. Var. tenuis; dünnschaliger als α; am Petersberg.

γ. Var. tumida (Cyth. incrassata Nyst); dickschaliger und gewölbter als α; im Sand von Weinsheim.

δ. Var. manca (Venus similis Merian); ohne den vorderen, den Cythereen eigenthümlichen Zahn, und

dadurch im Schlosse der Venus ähnlich. Im blauen Letten bei Hochheim. Dieser Varietät gehören wahrscheinlich gewisse Steinkerne im Kalkstein des Kalmit bei Ilbesheim unfern Landau an (siehe oben S. 1090 und des Kalks bei Neustadt a. d. Hardt). Uebergangsformen finden sich im Mergel des Petersberges bei Alzei.

58—59) *Cytheraea.* Zwei der vorigen ähnliche, nur in wenigen Exemplaren gefundene zweifelhafte Arten im Sand bei Weinsheim.

60) *Cyprina rotundata* A. Braun & Agassiz. Im Sand bei Weinsheim, Eckelsheim, Gumbsheim, ziemlich selten.

61) *Cyrena subarata* Bronn (Cyr. striata Gal., Cyr. semistriata var. Nyst, Cyr. Brongniarti Goldf.). Diese Art gehört zu den häufigsten des Mainzer Beckens, und begleitet fast überall das Cerith. margar. Selten kommt sie an Orten vor, wo dieses fehlt. Fundorte sind: Hackenheim, Gumbsheim, Gauböckelsheim, Hattenheim, Heidesheim, Ingelheim, Weissenau. In einer besonders kleinen Form findet sie sich im Mergel des Erbenheimer Thälchens bei Wiesbaden; in einer ungewöhnlich grossen am Sommerberg bei Alzei.

62) *Cyrena Faujasii* Desh. Sehr verbreitet in den Litorinellen-Kalken des Mainzer Beckens, setzt für sich allein nicht selten ganze Schichten zusammen, so bei Ingelheim, Weissenheim, Oppenheim, Göllheim, Grosskarben bei Frankfurt etc. Auch in dem an Pflanzen-Resten reichen umgewandelten Sandstein-Gebilde von Münzenberg bei Giessen.

63) *Cyrena laevigata* Goldf. (Venulites simillimus Schloth.). Im Kalk zu Algesheim bei Ingelheim.

64) *Cyrena donacina* A. Braun. Bei Weissenau selten.

65) *Cyrena? ambigua* A. Braun. Eine sehr dünnschalige zerbrechliche Muschel; im Sand bei Weinsheim; selten.

66) *Pisidium antiquum* A. Braun, kaum grösser als das lebende Pisidium fontinale, dem es ähnlich ist. In den Kalken von Oppenheim, Nierstein, stellenweise sehr häufig; auch bei Hochheim in den Perna-Schichten. S. oben S. 1091.

67) *Cardita orbicularis* Bronn. Im Sand von Weinsheim sehr häufig in zwei ausgezeichneten, aber durch Uebergänge verbundenen Varietäten.

α. Card. Goldfussiana Nyst (Card. scalaris Goldf.) mit ungefähr 20 stark höckerigen Rippen.

β. Card. Omaliana Nyst (Card. chamaeformis Nyst) mit 12 oder mehr höckerigen Rippen. Eine Form dieser Var. mit fast glatten Rippen ist Card. laevicosta Nyst.

68) *Isocardia transversa* Nyst. (Is. Bronni A. Braun). Im Sand bei Weinsheim mit einer Var. major canaliculata.

69) *Isocardia cyprinoides* A. Braun; ebendaselbst; höchst selten.

70) *Cardium* sp.; eine grosse, dem Card. sulcatum Lmk. ähnliche Art, höchst selten im Sande von Weinsheim.

71) *Cardium tenuisulcatum* Nyst.; kleiner als Card. cingulatum Goldf., dem es sonst sehr ähnlich ist. Sehr häufig im Sand bei Weinsheim, selten bei Eckelsheim; auch in dem eisenhaltigen Sand am Rothenberg bei Geisenheim im Nassauischen Rheingau.

72) *Cardium turgidum* Brander; findet sich mit dem vorigen bei Weinsheim; seltener.

73) *Cardium scobinula* Merian (Card. striatulum Nyst., non Brocchi) findet sich mit dem vorigen bei Weinsheim, selten auch am Zeilstück und (dieselbe Art?) im blauen unteren Letten bei Hochheim. Ist von Sandberger (Uebers. d. geol. Verh. v. Nassau S. 45) als Card. irregulare aufgeführt.

74) *Chama exogyra* A. Braun. Im Sand bei Weinsheim, zumal in den obersten Lagen, mit Ost. Collinii. Sie hat die umgekehrte Windung der Chama gryphina Lmk., und ist kleiner als diese.

75) *Arca hians* A. Braun. (Wahrscheinlich identisch mit A. umbonata Lmk.) in mehreren Formen im Sande von Weinsheim.

76) *Arca nodulosa* Broc. Ebendaselbst, selten.

77) *Arca diluvii* Lmk. führen Goldfuss & Bronn als bei Weinsheim vorkommend an. A. Braun hat sie von da nicht gesehen.

78) *Arca* sp., der lebenden A. *barbata* ähnlich, höchst selten bei Weinsheim.

79) *Pectunculus crassus* Phil. (P. rhomboideus Bors., P. polyodonta Goldf.). Sehr häufig im Sand von Weinsheim, selten bei Eckelsheim, Geisenheim, im grauen Mergel bei Gumbsheim, Gauböckelsheim und am Petersberg. Ferner bei Weissenau, Parthenheim & Stadecken unweit Mainz.

80) *Pectunculus arcatus* Schloth. (Chamites). Von dem vorigen verschieden durch strahlig verlaufende erhabene Rippen, welche bald mehr, bald weniger ausgebildet sind:

a. mit schärfer vorspringenden Rippen: = *P. angusticostatus* Goldf.;

b. mit schwächeren, flacheren Rippen: = *P. terebratularis* Goldf.;

c. grösser, mit verschwindenden Rippen: = *P. insubricus* Goldf.

Sehr häufig mit den vorigen bei Weinsheim, ausserdem nur noch in dem Conglomerat bei Kreutznach (siehe oben S. 1087). Soll auch bei Weissenau? gefunden worden sein.

81) *Limopsis Goldfussiana* Nyst. (Limopsis aurita Goldf.); kleiner und schwächer geöhrt als die italische Limopsis aurita Sassi. Im Sand von Weinsheim ziemlich selten.

82) *Nucula margaritacea* Lmk. Nicht selten am Petersberg und bei Gauodernheim; selten auf dem Zeilstück bei Weinsheim.

β.? Var. elongata; mit stärker hervortretendem Scheitel, vielleicht eine besondere Art. Sehr selten im Sand bei Weinsheim.

γ.? Var. concentrica, kleiner, mit stärkerer, concentrischer Streifung; ebendaselbst.

83) *Nucula placentina* Lmk.? (N. laevigata Goldf., non Sow.). Selten im Sand bei Weinsheim.

84) *Nucula minuta* Defr., Goldf. (N. pella Lmk., non Serr.). Selten im Sand bei Weinsheim.

85) *Avicula*; eine kleine zierliche Art. Sand von Weinsheim und eine grössere Abart (?) auf dem Zeilstück.

Nucula Deshayesiana Nyst. Diese schöne in den Thonmergeln Belgiens häufige Art, welche mit dem London-Thon identisch sind, wurde von Dr. Genth bei Eckardroth unweit Wächtersbach gefunden *).

B. *Monomya* (Einmuskelige).

86) *Dreissenia Brardi* Bronn (*Mytilus Brardi* Brongn.). Am Sommerberg, Petersberg, in den Mergeln und Kalken, am häufigsten aber im Litorinellen-Kalk, oft ganze Schichten bildend, z. B. bei Budenheim, Weissenau,

*) Vergleiche: Dr. Genth, im Jahrb. für Min. 1848, S. 189, woselbst die 12 Conchylien-Arten aufgeführt werden, die meist in unvollständigen Exemplaren von ihm im Wächtersbacher Eocän-Thon aufgefunden wurden. In diesem Verzeichniss hat A. Braun nur 3 von Genth bestimmte Arten aufgenommen, jedoch ohne Nummer.

Oppenheim, Forst, Frankweiler bei Landau, auch bei Wiesbaden, Frankfurt, Grosskarben in der Wetterau.

β. major; fast dreimal so gross, als gewöhnlich, bei Oppenheim, selten.

87) *Mytilus Faujasii* BRONGN. Häufig im Litorinellen-Kalk bei Grünstadt, Kindenheim, Westhofen, Oppenheim, Alsheim, Wiesbaden, Frankfurt, Laubenheim. Die zu Hochheim vorkommenden Exemplare sind etwas abweichend.

88) *Mytilus* sp., vielleicht Abart der vorigen, aber schmäler, gewölbter und nicht eingebogen. Im Kalk bei Oppenheim, stellenweise häufig.

89) *Mytilus socialis* A. BRAUN. Kleiner und breiter als die vorigen; setzt bei Hochheim ganze Kalkmassen zusammen.

90) *Mytilus* sp., ähnlich M. Faujasii, aber noch flacher und äusserst zerbrechlich. Im Sande des Zeilstücks bei Weinsheim und im Letten am Petersberg in Gesellschaft von Nucula margaritacea.

91) *Mytilus* sp., schwankend zwischen den Gattungen Mytilus & Modiola; bisher nur in einer Schale bei Eckelsheim gefunden.

92) *Mytilus* sp.; schön gerippt, dem jurassischen M. furcatus MÜNST. ähnlich; äusserst selten im Sand bei Weinsheim.

93) *Modiola angusta* A. BRAUN; eine kleine sehr schmale Art, die bei Hochheim in eigenen Kalkschichten liegt, über den Corbula-Schichten, unter den Perna-Schichten. Auch bei Frankfurt.

94) *Modiola micans* A. BRAUN. Kürzer und am Scheitel breiter als die sehr nahe verwandte subapenninische *M. sericea* BRONN. Im Sand bei Weinsheim; nicht häufig.

95) *Pinna* (?) Spuren bei Oppenheim nach BRONN, Jahrb. 1837. S. 164. Ob Mytilus?

96) *Perna Soldanii* DESH. (Perna maxillata auct. ex p.). Eine der ausgezeichnetsten, aber auch veränderlichsten Muscheln des Beckens, welche durch mehrere seiner Abtheilungen verbreitet ist. Im Sande bei Weinsheim; in grauen lettenartigen Mergeln am Petersberg; zwischen Wallertheim und Sulzheim, bei Hackenheim, Wörstadt; im Kalk bei Oppenheim, Harxheim an der Pfrimm (daselbst ganze Lager bildend); bei Hochheim in Kalkschichten über den Schichten mit Corbula donacina & Modiola angusta.

β. acutangula A. BRAUN. Im Sand der Wirthsmühle bei Weinsheim, selten; auch auf dem Zeilstück daselbst; Annäherungen dazu auch am Petersberg.

97) *Ostrea cymbula* Lmk.? in sehr mannigfachen Formen, deren eine mit schief niedergelegtem Scheitel auch der *O. cyathula* Lmk. sehr ähnlich ist. Im Sande des Zeilstücks bei Weinsheim.

98) *Ostrea rhenana* Merian; der vorigen ähnlich, aber kleiner, dünnschaliger, meist schmäler, in manchen Formen der *O. planicosta* Desh. sehr ähnlich. Im Sande bei Eckelsheim

a. breitere, stark gefaltete Form;

b. schmälere, mit breiter Fläche angewachsene, am Rand gefaltete Form;

c. fast oder ganz ungefaltet.

Einige zweifelhaft hierher gehörige Exemplare sind an der Wirthsmühle bei Weinsheim gefunden worden.

99) *Ostrea mutabilis* Desh., Goldf.! Bei der Wirthsmühle und auf den Feldern bei Weinsheim nicht häufig.

100) *Ostrea Collinii* Merian (*Ostracites fossula* Schloth., *O. callifera* var. Bronn). In grosser Menge und höchst mannigfaltigen Formen besonders in den obersten Schichten des unteren Meeres-Sandes und den diesen entsprechenden Conglomeraten, z. B. im Sande bei Weinsheim, Flonheim, und hier in den grössten Exemplaren; zu Eckelsheim kleiner; bei Uffhofen unweit Flonheim 6 bis 8 Fuss hoch aufgeschichtet; die Schalen zu einem Conglomerat verkittet; auf ähnliche Weise bei Neu-Baymburg unfern Kreutznach; zu Eschbach bei Landau in einem Conglomerat aus Muschelkalk-Fragmente. An allen diesen Orten in Gesellschaft von Hayfisch-Zähnen. Seltener und in abweichenden Formen in den grauen Mergeln bei Gumbsheim und am Petersberg mit Perna Soldanii & Pectunculus crassus.

101) *Ostrea edulis* L., Goldf. Im Sand beim Alt-Bolander Hof, nahe bei Kirchheim-Bolanden; auch bei Hechtsheim in Rheinhessen. Die Schalen haben frisches Ansehen und scheinen nicht aus der Zeit der übrigen Conchylien des Mainzer Beckens abzustammen. A. Braun hat ihr Vorkommen nicht selbst beobachtet *).

102) *Anomia* sp.; ähnlich *A. orbiculata* Broc.; im Sand von Weinsheim; sehr selten.

103) *Plicatula*?; zur Zeit ist nur eine Unterschale auf einem Auster-Fragment bekannt, die bei Weinsheim gefunden wurde.

*) Diese Auster liegt nach meinen Beobachtungen in einer ganz oberflächlichen Sandlage. Wr.

…ster liegt nach meinen Beobachtungen in einer ganz …ndlage. Wr.

[illegible]

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Walchner, Friedrich August,

Handbuch der Geognosie zum Gebrauche bei seinen Vorlesungen u. zum Selbststudium mit besonderer Berücksichtigung der geognostischen Verhä ltnisse des Grossherzogthums Baden

Carlsruhe 1846 - 50

Lith. 435 h
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10284829-2